# المياه للمستقبل

## الضفّة الغربيّة، قطاع غزّة، إسرائيل والأردنّ



لجنة الموارد المائيّة المستدامة للشرق الأوسط
الأكاديميّات العلميّة في المنطقة قيد الدرس
بالتعاون مع
الأكاديميّة الأمريكيّة الوطنيّة للعلوم

ترجمة : فؤاد سروجي



# المياه للمستقبل

---

الضفة الغربية، قطاع غزة، إسرائيل والأردن



الأهليّة للنشر والتوزيع

المملكة الأردنيّة الهاشميّة ، عمّان
وسط البلد ، خلف مطعم القدس
هاتف ٤٦٣٨٦٨٨ ، فاكس ٤٦٥٧٤٤٥
ص. ب : ٧٧٧٢ عمّان / الأردن

**المياه للمستقبل**
**الضفّة الغربيّة ، قطاع غزّة ، إسرائيل والأردنّ**
تحرير : لجنة الموارد المائيّة المستدامة للشرق الأوسط ،
وجهات أخرى
ترجمة: فؤاد سروجي

**الطبعة العربيّة الأولى ، ٢٠٠٣**


تصميم الغلاف : **زهير أبو شايب / الأردن**

الصفّ الضوئي :**الوسام للخدمات الطبعيّة ، عمّان ، هاتف ٤٦٥٧٨٦٩**

# المياه للمستقبل

## الضفّة الغربيّة، قطاع غزّة، إسرائيل والأردنّ

لجنة الموارد المائيّة المستدامة للشرق الأوسط
الأكاديميّات العلميّة في المنطقة قيد الدرس
بالتعاون مع
الأكاديميّة الأمريكيّة الوطنيّة للعلوم

ترجمة: فؤاد سروجي



# WATER FOR THE FUTURE
## The west bank and Gaza Strip, Israel and Jordan



٨٠٤٨٩ ٩١

الما الماء للمستقبل ، الضفة الغربية ، قطاع غزة ، اسرائيل والاردن

الاكاديمية الوطنية للعلوم - الولايات المتحدة الاميركية

ترجمة فؤاد سروجي

عمان : دار الأهلية ، ٢٠٠٣

٢٦٧ ص

١ . دراسات مائية ٢ . جيولوجيا ٣ . بيئة

سروجي . فؤاد مترجم




الأهلية للنشر والتوزيع
المملكة الأردنية الهاشمية ، عمان
وسط البلد ، خلف مطعم القدس

**ملاحظة:**

تمت الموافقة على المشروع الوارد في هذا التقرير من قبل الهيئة الإدارية لمجلس الأبحاث الوطنية ومن قبل السلطات المختصة في الأكاديمية الإسرائيلية للعلوم والعلوم الإنسانية، والجمعية العلمية الملكية الأردنية والأكاديمية الفلسطينية للعلوم والتكنولوجيا كما تم اختيار أعضاء اللجنة المسؤولة عن إصدار القرار وفقاً لاختصاصاتهم ضمن التوازن الملائم.

وقد تم تمويل ودعم هذا البحث من قبل صندوق برنامج كاسي وصندوق برنامج أرشور داي التابعين لصندوق مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي.

إن أية أفكار أو نتائج أو توصيات وردت في هذا البحث هي خاصة بكتّاب البحث ولا تعكس بالضرورة وجهة نظر المؤسسة التي قدمت الدعم لهذا البحث.

## لجنة مصادر المياه المستدامة في الشرق الأوسط

- جيلبيرت. إف، رايت، رئيس اللجنة، أستاذ بجامعة كولورادو، بولدر.
- يوسف عطا الله أبو صافية، وزارة شؤون البيئة، السلطة الوطنية الفلسطينية، غزة.
- رضوان. أ. الوشاح، الجمعية العلمية الملكية، عمان، الأردن.
- كارين عساف، وزارة التخطيط والتعاون الدولي، السلطة الوطنية الفلسطينية، البيرة/ رام الله، الضفة الغربية.
- يورام آفنيميليتش، جامعة التخنيون، المؤسسة الإسرائيلية للتكنولوجيا، حيفا.
- إيديث بروان ويس، المركز القانوني بجامعة جورجتاون، مدينة واشنطن.
- تشارلز.د .د هاورد، شارلز هاورد ومعاونوه، فيكتوريا، كولومبيا البريطانية.
- إروين كانتروفيتش، (متقاعد) مركز المسح الجيولوجي الأمريكي، تالاهاسي، فلوريدا.
- رايموند لوهر، جامعة تكساس، أوستن.
- أيمن. أ. رابي، المجموعة المائية الفلسطينية، شعفاط، القدس.
- يوريل. ن. سافرييل، مؤسسة بلو شتاين للأبحاث الصحراوية, جامعة بن غوريون في النقب، إسرائيل.
- الياس سلامة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.
- جوزيت شالهيغيت، منظمة الأبحاث الزراعية، بيت دجن، إسرائيل.
- هنري. جـ فو. الابن، جامعة كاليفورنيا، قسم الزراعة والمصادر الطبيعية، أوكلاند.

### العاملون:

- شيلا.د. دايفيد، مسؤولة أولى في البرنامج، ن. ر. سي. هيئة العلوم المائية والتكنولوجيا، (حتى ٧/ ٩٧) مستشارة حتى (١٢/ ٩٨).
- دافيد. د. بوليكانسكي، مسؤول أول في البرنامج، ن. ر. سي هيئة العلوم البيئية وعلم السموم.
- مايكل. ب. غرين، مدير، برنامج الشرق الأوسط، مكتب ن. ر. سي للشؤون الدولية.
- جين أكينلينو، مساعد إداري، ن. ر. سي هيئة العلوم المائية والتكنولوجيا.

## الأكاديمية الإسرائيلية للعلوم والعلوم الإنسانية

تتكون الأكاديمية الإسرائيلية من ٧٠ عالماً من أشهر علماء إسرائيل ويديرها مجلس مؤلف من رئيس ونائب رئيس ورؤساء أقسام للعلوم والعلوم الإنسانية، ومدير تنفيذي، ويعين رئيسها مباشرة من قبل رئيس الدولة بناءً على توجيه من مجلس الأكاديمية ويترأسها حالياً البروفيسور يعقوب زيف. والأكاديمية تضع قوانينها بنفسها وبالتشاور مع وزير الثقافة والتعليم.

وتقسم الأكاديمية إلى قسمين رئيسيين هما قسم العلوم الطبيعية وقسم العلوم الإنسانية وكلا القسمين يتشاركان في تحمل مسؤولية قيادة الأكاديمية بالتساوي.

وتقوم الأكاديمية الإسرائيلية بتمثيل المجتمع العلمي الإسرائيلي في المحافل المحلية والدولية، كما تُصدِر وتكفل مشاريع علمية مختارة ومؤتمرات ومنشورات، غالباً ما تكون بالتعاون مع الهيئات الأكاديمية المختلفة. وتقدم الأكاديمية دعماً إدارياً لمؤسسة العلوم الإسرائيلية التي نشئت على يدها كما تقوم بإدارة عدة برامج لبعثات ومنح خاصة على المستوى الوطني.

## الأكاديمية الفلسطينية للعلوم والتكنولوجيا

وهي أكاديمية مستقلة غير ربحية تحت إشراف حكومي. وقد انتُدبتْ لتكون الإدارة الفلسطينية الوطنية لوضع استراتيجية استثمارية في القدرات والمواهب الفلسطينية العلمية والتقنية. وبالقدر الذي يؤثر فيه هذين الأخيرين في النهوض بالاقتصاد الفلسطيني وتحسين ظروف المعيشة للفلسطينيين، فإن الأكاديمية تمثل الالتزام الفلسطيني بالتفاعل مع العلم والتقنية والأبحاث وضروريات تطوير القطاعين العام والخاص. وبدورها هذا تمثل الأكاديمية نقطة ارتكاز لشبكة فلسفية علمية وتقنية واسعة وموجهة نحو بناء القدرات الفلسطينية وتطبيق العلم والتكنولوجيا ليصبحا أداتين للنهوض الاقتصادي، ولتقديم المشورة للحكومة حول القضايا العلمية والتقنية.

## الجمعية العلمية الملكية- الأردن

تأسست الجمعية العلمية الملكية الأردنية عام ١٩٧٠ بناءً على مرسوم ملكي ومنذ ظهورها تبنى سمو الأمير حسن مسيرتها وترأس مجلس أمنائها. وفي نيسان ١٩٨٧ تأسس المجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا برئاسة سمو الأمير حسن وحل محل مجلس أمناء الجمعية وأصبحت الجمعية منذ ذلك الحين واحدة من المؤسسات المنتمية للمجلس.

والجمعية هي مؤسسة لا تسعى للربح وتتمتع باستقلالية إدارية ومالية وتهدف إلى مواكبة الأبحاث العلمية والتقنية وتطوير الأعمال المتعلقة بعملية التطور في الأردن مع التركيز على الأبحاث الصناعية والخدمات. كذلك تهدف الجمعية إلى نشر الوعي التقني والعلمي وتقديم الاستشارات التقنية المتخصصة والخدمات للقطاعين الخاص والعام والسعي إلى تطوير التعاون التقني والعلمي مع المؤسسات المشابهة في العالم العربي والعالم برمته.

## الأكاديمية الوطنية الأميركية للعلوم

الأكاديمية الوطنية الأميركية للعلوم هي جمعية خاصة ذاتية الاستمرار تسعى للربح وتتكون من مجموعة من العلماء المميزين الذين يعملون في البحوث العلمية والهندسية، وقد كرسُّوا حياتهم لخدمة العلم والتكنولوجيا ووضعها في خدمة المصلحة العامة.

وقد تم تفويض الجمعية بناءً على السلطة الممنوحة لها من الكونغرس عام ١٨٦٣ بتقديم النصح والإرشاد للحكومة الفيدرالية حول القضايا العلمية والتقنية ويترأسها اليوم دكتور بروسن. م. البرتس.

وبناءً على امتياز من الأكاديمية الوطنية للعلوم، تأسست الأكاديمية الوطنية للهندسة عام ١٩٦٤ كمنظمة مرادفة لها من المهندسين المتميزين وهي منظمة مستقلة في إدارتها وفي اختيار أعضائها وتشترك الأكاديمية الوطنية للعلوم في مسؤولية تقديم

النصح والإرشاد للحكومة الفيدرالية. كذلك تكفل برامج المهندسين الهادفة إلى تلبية الحاجات الوطنية وتشجع البحث والتعليم وتقوم بالتعريف بالأعمال المميزة للمهندسين ويترأسها حالياً الدكتور وليام. أ. وولف.

وفي عام ١٩٧٠ قامت الأكاديمية الوطنية للعلوم بإنشاء المؤسسة الطبية والتي تهدف إلى تأمين الخدمات المقدمة من الأعضاء المميزين في التخصصات الطبية المناسبة في بحث السياسات والشؤون المتعلقة بالصحة العامة. وتعمل المؤسسة الطبية ضمن المسؤوليات الممنوحة للأكاديمية الوطنية للعلوم من قبل الكونغرس بهدف تقديم النصح للحكومة الفيدرالية، وتقوم أيضاً، وبمبادرة ذاتية منها بتحديد المسائل المتعلقة بالعناية الطبية والبحث والتعليم ويترأسها الدكتور كينيث. أ. شاين.

كما قامت الأكاديمية الوطنية للعلوم عام ١٩١٦ بتأسيس مجلس الأبحاث الوطني بهدف تعريف هيئات المجتمع العلمية والتقنية بأهداف الأكاديمية وتطوير المعرفة وتقديم النصح للحكومة الفيدرالية ويعمل المجلس ضمن السياسة العامة التي تحددها الأكاديمية ويلعب المجلس حالياً دور الوكيل الأساسي للأكاديمية الوطنية للعلوم والأكاديمية الهندسية، في تقديم الخدمات للحكومة وللشعب وللجمعيات الهندسية والعلمية، وتوجد للمجلس إدارة مشتركة من قبل الأكاديميتين الوطنيتين والمؤسسة الطبية ويترأسه حالياً بالتناوب د. بروس. م. البرتس و د. وليام. أ. وولف.

# عـرفان وتقدير

قـام العديـد مـن الأفـراد بمسـاعدة اللجنـة في مهمتهـا مـن خـلال المشـاركة في اجتماعاتها وتخطيط زياراتها الميدانية وتقديم خلفيات المعلومـات لهـا. واللجنـة تتقـدم بالشكر بشكل خاص إلى الذين ساهموا معها من الأكاديميات والمجالس العلمية والذين التقوا يوم ٤- ٥ أيلول في عمان، الأردن واتفقوا على وضع أفق للعمل وهم:

■ السيد سامي عباسي، وزارة المياه والري، الأردن.

■ الدكتور علي الغزاوي، الجمعية العلمية الملكية، الأردن.

■ دكتور ليندسي. هـ. ألن، جامعة كاليفورنيا، دافيس.

■ دكتور سعيد علوش، مدير الجمعية العلمية الملكية، الأردن.

■ دكتور فتحي عرفات، مدير المركز الصحي الفلسطيني الأعلى.

■ دكتور خالد الشريدة، نائب الأمين العام، المجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا، الأردن.

■ دكتـور دافيـد. ل. فريـبرغ، جامعـة سـتانفورد، مسـؤول في هيئـة العلـوم المائيـة والتكنولوجيا (تموز ٩٤- تموز ٩٧) مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي.

■ السيد أحمد حتاملة، وزارة المياه والري، الأردن.

■ دكتور نعيم. أ. إسماعيل، المدير التنفيذي، الوحدة المركزية للصحة البيئية، مجلـس الصحة الفلسطيني الأعلى.

■ بروفيسور إبراهيم خطيب، الجامعة الأردنية للعلوم التكنولوجيا.

■ د. هاني ملقي، رئيس الجمعية العلمية الملكية، الأردن (أيار ١٩٨٩- حزيران ١٩٩٧).

■ دكتور. ف. شيروود. رولاند، سكرتير الخارجية، الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم.

■ دكتور. كينيث. أ. شاني، رئيس المؤسسة الطبية، الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم.

■ بروفيسور مناحيم يعاري، نائب رئيس الأكاديمية الإسرائيلية للعلوم والعلوم الإنسانية.

■ دكتور مئير زادوك، الأكاديمية الإسرائيلية للعلوم والعلوم الإنسانية.

كما ترغب اللجنة في التعبير عن تقديرها وامتنانها للأشخاص الآخرين الذين حضروا اجتماعاتها وقدموا خلفيات المعلومات لها وساهموا في إجراء الترتيبات للزيارات الميدانية، ولكل الذين استضافوا اجتماعات اللجنة وهم:

## اجتماع ١٤- ١٦ شباط ١٩٩٦/ مدينة واشنطن:

- د. جيمس كروك، بلاكوفيتش للاستشارات الهندسية، كامبريدج، ماساتوستس، الولايات المتحدة الأمريكية.
- د. دانييل أوكن، جامعة شمال كارولاينا، تشابل هيل، الولايات المتحدة الأمريكية.
- د. الكسندر ماكفيل، البنك الدولي، ميدينة واشنطن، الولايات المتحدة الأمريكية.
- د. روي بويكين، مستشار، سيلفر سبرينج، ماريلاند، الولايات المتحدة الأمريكية.
- آرون وولف، جامعة ألاباما، توسكالوسا، الولايات المتحدة الأمريكية.

## اجتماع ١٧- ١٩ حزيران ١٩٩٦/ عمان- الأردن:

- د. منذر حدادين، الجمعية العلمية الملكية، عمان، الأردن.
- د. يوري شامير، مؤسسة الأبحاث المائية، تخنيون، المؤسسة الإسرائيلية للتكنولوجيا، حيفا.

## المشاركون في الزيارات الميدانية:

- السيد محمد أبو طه، محطة مياه زي.
- السيد فزاع صالح، قناة الملك عبد الله.

## المستضيفون:

- د. هاني ملقي، رئيس الجمعية العلمية الملكية الأردنية، عمان، الأردن (١٩٨٩- ١٩٩٧).
- د. سعيد علوش، نائب رئيس الجمعية العلمية الملكية الأردنية، عمان، الأردن.
- الآنسة سمر الربضي، الجمعية العلمية، عمان الأردن اجتماع ١٨- ٢٠ أيلول ١٩٩٦حيفا.

## المشاركون في الزيارات الميدانية:

- د. أريك بلكند، المجلس المائي الإقليمي.
- د. جوناثان بن زور، شركة مكوروث للمياه.
- د. جيورا شاشام، شركة تزنوبار.
- د. يورام أفينميليش، تخنيون، المؤسسة الإسرائيلية للتكنولوجيا حيفا.
- الآنسة ساندرا هيسيغ، مؤسسة الأبحاث المائية، تخنيون، المؤسسة الإسرائيلية للتكنولوجيا.
- برفيسور إسرائيل رافينا، تخنيون، المؤسسة الإسرائيلية للتكنولوجيا حيفا.
- د. يوري شامير، مؤسسة الأبحاث المائية، التخنيون، المؤسسة الإسرائيلية للتكنولوجيا.
- د. رئيف تادور، الرئيس، تخنيون، المؤسسة الإسرائيلية للتكنولوجيا حيفا.
- د. مائير زادوك، الأكاديمية الإسرائيلية للعلوم والعلوم الإنسانية، القدس.

## المراجعون:

قام بمراجعة هذا التقرير مجموعة من الأشخاص المختارين لسعة نظرهم وخبرتهم التقنية وبناءً على تدابير موافق عليها من قبل لجنة المراجعة. وكان الهدف من هذه المراجعة المستقلة تقديم الملاحظات الأساسية وغير المتحيزة والتي تساعد على نشر تقرير جدِّي قدر الإمكان، يلبِّي جميع المقاييس المؤسسية من حيث الموضوعية والمسؤولية، والدلالة في التزامه بالبحث، وتبقى محتويات هذه المراجعات ومسوداتها أمراً سريًّا لحماية أمانة الأفكار المتداولة.

ونتقدم بالشكر إلى الأشخاص التالية أسماءهم لمساهمتهم في مراجعة هذا التقرير:

- خيري الجمل، سلطة المياه الفلسطينية.
- كينيث. ج. أرو، جامعة ستسانفورد، كاليفورنيا.
- ناثان بوراس، جامعة أريزونا، توسون.
- إنجريد. سي. بيرك، جامعة ولاية كولورادو، فورت كولينز.

- بول. ل. بوشي، مؤسسة مالكوم بيرني، وايت بلينز، نيويورك.
- جون. كينز، مؤسسة فيرجينيا للبوليتكنيك وجامعة ولاية فيرجينيا (مدى الحياة).
- حازم الناصر، وزارة المياه والري، عمان، الأردن.
- وليفورد. ر. جاردنر، جامعة كاليفورنيا، بيركلي (متقاعد).
- فيليب. أي. لامورو، لامورو ومشاركوه، توسكالوسا ألاباما.
- توماس سي. شيلنغ، جامعة ميريلاند، كولدج بارك.
- يوسي سيغال، الأكاديمية الإسرائيلية للعلوم والعلوم الإنسانية.
- أ. دان. تارلوك، أي. أي. تي كلية كنت للقانون شيكاغو، إيلينوي.

في حين قام الأشخاص المذكورين أعلاه، مشكورين بتقديم كثير من الملاحظات والاقتراحات البناءة فإن مسؤولية ما ورد في هذا التقرير تبقى على عاتق اللجنة المؤلفة و إن. أر. سي (المجلس الوطني للأبحاث).

# مقدمة

التقى ممثلون عن المجالس العلمية الرئيسة في إسرائيل والأردن والسلطة الفلسطينية والولايات المتحدة من أجل التداول في طرق التعاون الكفيلة بمنفعة شعوبهم. وبعد القيام بتمحيص عدة قضايا ذات اهتمام حيوي ومشترك استنتج المجتمعون أن أكثر هذه القضايا إلحاحاً هي قضية تأمين موارد مياه مستدامة في الشرق الأوسط وقد اتخذ المجتمعون قراراً بإجراء دراسة مشتركة مستخدمين طريقة المجلس الوطني للأبحاث (استخدام متطوعين وخبراء متعددي الجوانب لكتابة تقارير جماعية حول قضايا علمية وتكنولوجية) ومن ثم تم اختيار لجنة يتكون أعضاءها من إسرائيل والأردن وقطاع غزة والضفة الغربية والولايات المتحدة وكندا، وقد جاء هذا التقرير تتويجاً لتلك الجهود.

وقد تأسست لجنة موارد المياه المستدامة للشرق الأوسط من المجلس الوطني الأمريكي للأبحاث التابع للأكاديمية الوطنية للعلوم والأكاديمية الوطنية للهندسة والمؤسسة الطبية ومن الجمعية العلمية الملكية الأردنية والمجلس الصحي الفلسطيني والأكاديمية الإسرائيلية للعلوم والعلوم الإنسانية. وقد تلقت اللجنة دعماً مالياً من المجلس الوطني الأمريكي للأبحاث وتم تطوير خطط لهذه الدراسة خلال اجتماع الأكاديميات والمجالس العلمية لمنطقة الشرق الأوسط في عمان، الأردن عام ١٩٩٥.

كان هناك أولوية صغيرة، تتصدر المهمة الخاصة لهذه اللجنة وهي تحديد معايير للتطوير المستدام لمصادر المياه في المنطقة. وقد أدخلت مسألة صيانة أنظمة الدعم البيئية لأول مرة نسبياً في هذا البيان. ووردت مسألة تحديد العناصر العلمية والبحثية لمثل هذا التقييم وللمرة الأولى أيضاً بدون ربطها بخطط التطوير الخاصة والتخصيصات. كذلك مثلت الدراسة واحدة من المناسبات القليلة التي خاض فيها المجلس الوطني للأبحاث في مجالات التعاون مع العلماء من دول أخرى. وكان الأمر بالنسبة لإسرائيل والأردن والضفة الغربية وقطاع غزة يمثل دراسة غير مسبوقة في هذا المجال لم يمر قبلها سوى لقاء

مختصر لممثلين عن أكاديميات العلوم الطبيعية حول مواضيع شملت السياسات السكانية. كما تم تعديل طريقة المعالجة القياسية التي اتبعها المجلس الوطني الأمريكي للأبحاث لتشمل رؤساء أربعة مؤسسات علمية وعدة علماء من بلدان أخرى.

ومن أجل عدم إطالة المناقشات بين الدوائر العلمية العالمية، جرت عدة محاولات لتوحيد فهارس التعريفات والمقاييس المستخدمة في التقرير، كما سجلت موضوعات كثيرة مأخوذة عن دراسات إدارية سابقة في مراجع التقرير ووضعت في الحسبان عملية دمج الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية مع اعتبارات صحة الأنظمة البيئية وخدماتها وخاصة عندما يتعلق الأمر بالتنوع البيولوجي.

كما سعت اللجنة إلى دمج مثل تلك الاعتبارات ضمن توجهاتها في هذه الدراسة، وحُدِدَّتْ المنطقة قيد الدرس بجميع مناطق إسرائيل والأردن والضفة الغربية وقطاع غزة. وعلى الرغم من أن عدداً من دول الشرق الأوسط تتشابه مع هذه المنطقة في التضاريس الطبيعية والمظاهر المائية إلا أنه كان من الضروري تحديد المنطقة قيد الدرس بتلك المنطقة التي تقع كليًّا ضمن اهتمام اللجنة.

وسعت اللجنة إلى الكشف عن جميع البدائل الفيزيائية والبيولوجية والاجتماعية التي يجب أن تؤخذ بالحسبان في مسألة استدامة موارد المياه في المنطقة قيد الدرس. وتم تقسيم كل خيار بناءً على انعكاساته المحتملة على استدامة الأنظمة المشمولة في البحث، كما مُيِزَتْ الخيارات التي تُطَبَّقُ حالياً عن تلك التي يمكن تحقيقها من خلال الأبحاث المستقبلية إضافة إلى ذلك قامت اللجنة بتطبيق مبادئ رئيسة في سعيها نحو إنصاف الجيل الحالي والأجيال القادمة من خلال اعتماد نظرة المساواة في الحقوق عبر الأجيال في جميع توجهاتها.

وبينما بقيت اللجنة على علم بجميع المقترحات الخاصة بإدارة موارد المياه في المنطقة قيد الدرس والمناطق المجاورة إلا أنها امتنعت عن تقديم التوصيات حول برامج التطوير الخاصة والمسائل السياسية ولكنها حاولت تقييم وضع المعلومات العلمية والتقنية التي قد تشكل أساساً لأي برنامج إداري سليم.

اتخذت الدراسة في سياقها شكل لقاءات في إسرائيل والأردن والولايات

المتحدة. وزيارات ميدانية للمناطق التي تشكل أمثلة للدراسة مثل وادي اليرموك ووادي الأردن ووادي الحولة، كما اطّلعت اللجنة على المساهمات الكتابية والشفهية المقدمة من أشخاص كثيرين لهم معرفة بمصادر المياه ومشاكلها في المنطقة قيد الدرس. وأولت اللجنة انتباهاً خاصاً للأبحاث الرئيسة في الجامعات وللنتائج الصادرة عن مجموعات البحث في الدول المتعاونة في المنطقة قيد الدرس وفي مناطق أخرى بما فيها الأسماء التي ورد ذكرها في صفحات الشكر والمراجع.

ولم تتأثر مساهمات أعضاء اللجنة ولا المؤسسات العلمية التي استقت منها المعلومات بالتوتر وبالأحداث السياسية التي سادت المنطقة وخرج التقرير مقبولاً وموافقاً عليه بالإجماع من قبل أعضاء اللجنة وعَكَسَ أجواء الصداقة والصراحة والتبادل المشترك للعلم بين العلماء والباحثين على أمل استمراره على هذا النحو، وقد ظهرت هذه الروح المتعاونة حتى في المعالجات غير المسبوقة لمراجعي التقرير الذين يمثلون أربعة مجتمعات سياسية.

ولم يكن بالإمكان الخروج بهذه الرؤيا البناءة والصريحة لولا الدعم المؤثر الذي تلقته اللجنة من الأعضاء العاملين في المؤسسات المتعاونة والأفراد الوارد ذكرهم في باب الشكر والعرفان ومن الموظفين الجديرين بكل الاحترام لحماسهم العلمي وقدراتهم الإدارية وهم شيلا دافيد ودافيد بوليكانسكي الذي حظي بالمساعدة الإدارية من قبل جين أكيلينو وتعاون مدير **WSTB** السيد ستيفن باركر.

كما ساهم أعضاء اللجنة بمبادرات فردية في تحضير هذه الوثيقة النهائية وبطرق عديدة وكان هناك حسًّا مشتركاً لدى الجميع بأن هذه الفرصة فريدة من نوعها إذ أنها تعطي المجال لإظهار قدرة العلماء والمهندسين المهتمين بالعمل المشترك من أجل بناء أرضية سليمة لتقديم الحلول لقضايا ستصبح في غاية الأهمية اجتماعياً وبيئياً في المستقبل القريب.

**جيلبرت. إف. وايت**

**لجنة موارد المياه المستدامة**

**في الشرق الأوسط**

# المحتويات

**الموضوع** **الصفحة**

# ملخص تنفيذي

تعتبر مسألة المحافظة على استدامة المصادر المائية العذبة تحدّياً للمجتمعات العلمية والتقنية العاملة في المنطقة إضافة إلى كونها فرصة لها للعب دور أساسي في توفير هذا المصدر الحيوي والشحيح للجيل الحالي وللأجيال القادمة. وقد ارتفعت حدة هذا التحدي مع تفاقم المشاكل المتعلقة بنوعية المياه العذبة وتوفرها ومع التغييرات التي طرئت على النمو السكاني والنشاطات الاقتصادية على مجرى العقود الماضية.

كما أن توفّرْ الماء بشكلٍ يكفي لسد الحاجات الأساسية للإنسان يعتبر أمراً حيوياً لحياة سكان هذه المنطقة وتتمحور الهموم المتعلقة بالمياه في الوقت الحالي حول توزيع مصادر المياه ضمن المجتمعات والمحافظة على نوعيتها وحمايتها من التلوث. أما بالنسبة للأجيال القادمة فإن الهموم ستتعدى إلى تأمين موارد كافية للمياه والمحافظة على البيئة إضافة إلى تحقيق قدر أكبر من المساواة في توزيع المياه لكل المنطقة.

وضمن التركيز على مساهمات العلم والتقنية في مجال الاستخدام المستدام للمصادر المائية في المنطقة قيد الدرس، تمّ الاسترشاد في هذه الدراسة بخمسة مقاييس عمل رئيسة هي:

١- يجب أن تشمل وجهة النظر المتبناه، المنطقة بأسرها.

٢- يجب أخذ كافة المطالب والاحتياجات الحالية والمستقبلية بالحساب.

٣- يجب أخذ كافة الخيارات المتعلقة بموازين العرض والطلب على المياه بعين الاعتبار.

٤- يجب اعتبار المحافظة على الخدمات البيئية أمراً أساسياً من أجل تحقيق الاستدامة في مصادر المياه.

٥- يجب إدراك العلاقات المتقاربة بين كمية المياه ونوعيتها بشكل واضح.

هناك مفهوم عام ينطوي ضمن تعابير الاستدامة والمساواة في الحقوق بين الأجيال وهو أن أطفال وأحفاد الجيل الحالي يجب أن يكون لديهم نفس القدرة على استخدام أي مصدر مائي تماماً مثل الجيل الحالي نفسه، فالإنصاف بين الأجيال يشمل استدامة استخدام المصادر المائية.

## المنطقة قيد الدرس واستخدام المياه

انحصرت التداولات بين أعضاء اللجنة ضمن منطقة الضفة الغربية وقطاع غزة وإسرائيل والأردن وتم الإشارة لهذه المنطقة في التقرير بالمنطقة قيد الدرس. وتتميز هذه المنطقة بمناخ حار وجاف وتتكون من ساحل جاف تليه مناطق من الغابات المرتفعة التي تنحدر شرقاً نحو مناطق صحراوية وشبه صحراوية. وتهطل على معظم أرجاء المنطقة قيد الدرس أمطار أقل من ٢٥٠ ملم في معدلها السنوي وهو رقم يشابه أو يقل قليلاً عن معدل الأمطار التي تتلقاها مدينة فينيكس في ولاية أريزونا الأمريكية وتهطل أعلى معدلات الأمطار ١٠٠٠ م وما فوق على مساحة ضيقة من المرتفعات الشمالية الغربية للمنطقة قيد الدرس. وبالمقارنة مع الولايات المتحدة الأمريكية نجد أن معظم مناطق الولايات المتحدة الواقعة شرق نهر المسيسيبي تتلقى أمطاراً بمعدل ٨٠٠ مم سنوياً بينما تهطل على المناطق الشرقية للولايات المتحدة والسواحل الشمالية الغربية للمحيط الهادي الواقعة شرق الشلالات أكثر من ١٠٠٠ مم من الأمطار سنوياً.

وتتشابه طبيعة المنطقة قيد الدرس وتضاريسها المائية كثيراً مع تلك التي في الدول المجاورة المشمولة ضمن تعريف الشرق الأوسط وتمتد هذه الدول من اليمن جنوباً وشرقاً حتى باكستان وشمالاً حتى تركيا وغرباً حتى المغرب.

ويعيش في المنطقة قيد الدرس ما يقارب ١٢ مليون نسمة مع اختلاف نسبة تواجدهم في المدن واختلاف أعمالهم. وقد قدر معدل الاستهلاك السنوي للمياه في المنطقة عام ١٩٩٤ بما يقارب ٣١٨٣ مليون متر مكعب (م$^3$) تتوزع من ٢٠٠٠ مليون م$^3$ في إسرائيل إلى ٢٣٥ مليون م$^3$ في الضفة الغربية وغزة. بينما بلغ معدل

الاستهلاك الفردي سنوياً على الرغم من الفروقات الكبيرة ما يقارب ٢٦٠ م٣ عام ١٩٩٤ وهو مستمر في الارتفاع منذ ذلك الحين.

وبشكل عام بلغ نصيب الزراعة من الاستخدامات المائية في المنطقة قيد الدرس أكثر من النصف، ووصلت النسبة في إسرائيل إلى ٥٧% وفي الأردن ٧٢% دون الأخذ بالاعتبار المياه العادمة المستصلحة والتي أعيد استخدامها لأغراض الزراعة. وتتشابه المشاكل المائية والبيئية التي تعاني منها المنطقة مع مثيلاتها في المناطق المجاورة وحتى مع بعض المناطق البعيدة المشابهة لها في المناخ الجاف مثل بعض أجزاء الولايات المتحدة واستراليا.

وتدل الخبرة الطويلة في توقعات استخدامات المياه والنشاطات الاقتصادية المرافقة لها إضافة إلى معدلات النمو السكاني وغيرها من المتغيرات ذات الأهمية بالنسبة للتخطيط الاقتصادي والمياه على أن مثل هذه التوقعات غالباً ما تكون غير صحيحة. ويعود السبب في ذلك إلى أن الكثير من العوامل التي تؤثر على استخدام المياه تقع خارج المنطقة (الفصل الثالث) وكذلك يصعب التنبؤ بتلك العوامل التي تؤثر من داخل المنطقة أيضاً. ولكن على الرغم من أن التوقعات والتنبؤات والسيناريوهات الموضوعة نادراً ما تشكل بمضمونها أساساً كافياً للتخطيط إلا أنها يمكن أن تساعد على تحديد وتحليل الخيارات المختلفة.

ومن المؤكد أن سكان المنطقة سيجدون أنفسهم في المستقبل القريب يعيشون في ظروف تشحُّ فيها المياه. وإذا استثنينا أية أحداث غير منظورة فإن عدد السكان سيرتفع بسرعة كبيرة وسيزداد النمو الاقتصادي في المنطقة قيد الدرس وسيكون هذا النمو ملموساً في الأردن والضفة الغربية وقطاع غزة وسيكون بالإمكان، وبسبب التفاوت بين تقدم الاقتصاد الإسرائيلي مقارنة مع نظيره في الأردن والضفة الغربية وقطاع غزة أن يتم إدخال الخيارات المتعلقة بتقنيات زيادة توفير المياه وترشيد استهلاكها على مدى حقبة طويلة من الزمن. ويقدم الفصل الثاني بحثاً تفصيلياً حول المنطقة قيد الدرس ونماذج استخدامات المياه فيها.

# المياه والبيئة

غالباً ما يتم تجاهل الخدمات التي يقدمها النظام البيئي لصالح استدامة موارد المياه، في سياق الحديث عن موارد المياه في المنطقة. وتعرَّف الخدمات البيئية بأنها المساهمة العملية التي تقدمها الأنظمة الطبيعية لصالح المجتمعات الإنسانية والطبيعية والحياة البرية. فالنظام الطبيعي المفتقر بيولوجياً يقدم خدمات أكثر فقراً من حيث الكمّ والنوع.

وتقدم الأنظمة البيئية المتواجدة في المنطقة قيد الدرس خدمات تساهم في تعزيز استدامة الموارد المائية اللازمة للإنسان. فالغطاء النباتي يساهم في منع حدوث الانجرافات التي تتسبب بها مياه الأمطار كما تساعد نباتات المستنقعات على تنقية المياه والتخفيف من حدة الفيضانات. كذلك تقلل النباتات من تأثير جريان الماء على تعرية التربة خاصة بعد هطول أمطار غزيرة وتساعد في تخفيف ترسبات الأتربة القادمة مع المياه. وتقدم المياه السطحية خدمات هامة فالسيول والأنهار تساعد على امتصاص أثر المياه العادمة وتقوم البحيرات بتخزين المياه النقية، وتقدم المياه السطحية موئلاً للعيش لعدد كبير من النباتات والحيوانات التي تهم البيئة وتؤثر في حياة الإنسان. وفي نفس الوقت تحتاج الأنظمة البيئية الموجودة في المنطقة، سواء كانت أنظمة برية أم مائية إلى المياه من أجل استدامتها ومن اجل الاستمرار في تقديم الخدمات البيئية والحاجات التي يعتمد عليها الناس في معيشتهم. وتتطلب مساعي الحفاظ على استدامة موارد المياه أن يُنظر إلى الأنظمة البيئية الطبيعية على أنها مستخدِم شرعي وأساسي لمصادر المياه في المنطقة قيد الدرس، فهذه الأنظمة ضرورية جداً للحفاظ على موارد كافية من المياه ذات النوعية العالية.

ويعتبر التنوع البيولوجي أمراً على غايةٍ من الأهمية ويلتزم عدد كبير من شعوب منطقة الشرق الأوسط بحمايته وينعكس ذلك في القوانين والاتفاقيات العالمية المعقودة. لذلك فإن على أي تخطيط مستقبلي لاستخدامات الأراضي أن يضع في حسابه تقييم الفوائد التي تجنى من أي تطوير مائي مقابل مقدار الخسارة في التنوع البيولوجي وانخفاض خدمات الأنظمة البيئية التي قد يسببها هذا التطوير. وإذا قمنا بتطبيق هذا المنظور على مسألة حوض نهر الأردن ككل فإن علينا تقييم انعكاسات

أية إجراءات مقترحة لتطويره على التنوع البيولوجي في الأراضي الرطبة والبحيرات التي يمر فيها إضافة إلى قاع النهر ومساره وسواحل البحر الميت حيث يقع مصبَّه. إن مثل هذا التقييم لم يتم حتى اليوم، ولكنه إذا ما تم فيجب أن يكون جزءاً من تقييم متكامل لأي خيار مقترح يؤثر في نوعية المياه وكميتها.

ويتناول الفصل الرابع مثل هذه الشؤون البيئية بعمق أكبر، وباختصار فإنه بدون الخدمات التي تقدمها الأنظمة البيئية فسيكون من الصعب جداً أو ربما من المستحيل أن نحافظ على استدامة موارد المياه ذات النوعية الجيدة اللازمة لشعوب المنطقة قيد الدرس. لذلك فإن أي عملية تخطيط لا يجب أن تهمش القضايا البيئية أو أن تضعها ضمن الملحقات ولكن يجب اعتبارها أمراً أساسياً يدخل في صلب عملية التخطيط نفسها.

## العلاقات المائية وتخطيط مصادر المياه

تترابط مصادر المياه في المنطقة قيد الدرس بغض النظر عن الحدود القومية القائمة بين دولها وتنعكس التغييرات التي تحصل في نوعية المياه وكميتها في أي جزء من أجزاء المنطقة على الأجزاء الأخرى. إن الطريقة المثلى لضمان إدخال مثل تلك العلاقات المترابطة في خطط تطوير مصادر المياه هي النظر إلى المنطقة من منظور مائي شامل. وعلى سبيل المثال فإن عدم أخذ هذا المنظور بعين الاعتبار يؤدي إلى تطوير غير متجانس للأحواض المائية الجبلية التي تقع في إسرائيل والضفة الغربية، كذلك فإن أي تحديد منهجي شامل لمواقع الآبار، يؤدي إلى رفع إنتاجية الأحواض المائية التي تغذي هذه الآبار. وهكذا تتضح أهمية الحاجة إلى وجود بيانات معلومات مائية شاملة للمنطقة من أجل دعم مصادر المياه وتطويرها.

ولعل من المحبذ أن تتبنى الجهات والمؤسسات الوطنية-والعالمية المسؤولة توجهاً شاملاً نحو تطوير وتخطيط مصادر المياه في المنطقة وفقاً للطرق الأساسية التالية:

- جمع المعلومات حول توفُّر المياه واستخدامها من خلال تبني الطرق والتقنيات والبروتوكولات الملائمة.

■ مراقبة نوعية وكمية مصادر المياه في المنطقة من خلال استخدام تقنيات ومقاييس ملائمة.

■ تشجيع التبادل الصريح للأبحاث العلمية المتعلقة بهذه المصادر المائية والتعاون بأداء أبحاث علمية وشاملة للمنطقة.

■ إن أي توجه شامل يجب أن يقوم على إنصاف جميع الأطراف وأن يأخذ بعين الاعتبار حقوق المياه للأطراف التي تتقاسم مصادرها.

## خيارات منتقاة للمستقبل

يتضمن تحقيق الإنصاف بين جميع الأجيال الحاجة إلى عدة إجراءات إدارية، سوف يتم مناقشة بعضها في هذا التقرير. وتشمل هذه الإجراءات مراقبة نوعية مصادر المياه والقيام بأبحاث علمية وتقنية لرفع درجة الاستفادة من هذه المصادر وزيادة فعاليتها من دون تلويثها أو تخريبها.

كذلك تشمل هذه الإجراءات دراسة مدى تأثير استخدامات أو مشاريع معينة للمياه على الأجيال الحالية واللاحقة والمحافظة على الاستثمارات الرأسمالية في مجالات المياه مثل السدود ومحطات التنقية البلدية وأنظمة توزيع المياه وحماية مساقط المياه والمحافظة على قدرة الأحواض المائية الصخرية لإعادة تعبئة نفسها من خلال التخطيط السليم لاستخدامات الأراضي، وبناء أنظمة مشتركة لاستغلال مصادر المياه بشكل متساوٍ ومنصف للجميع.

ويقوم هذا التقرير بتقدير الخيارات الإدارية الخاصة بوضع تصور لمستقبل مصادر المياه في المنطقة قيد الدرس واستخداماتها آخذاً بعين الاعتبار جميع المقاييس التي ورد ذكرها سابقاً. وقد جذبت بعض هذه الخيارات انتباه المسؤولين بينما تم النظر في بعضها بشكل جزئي فقط (وتدل المراجع التي وضعت في نهاية التقرير على مدى اتساع نطاق الأدلة التي استرشدت اللجنة بها).

وتتعلق معظم الخيارات التي تم طرحها في هذا التقرير بتحسين فاعلية استخدام المياه ويعني هذا المحافظة على المياه واستخدام أفضل التقنيات التي اثبتت نجاعتها في

هذا المجال. وعلى الرغم من وجود تقنيات جديدة وواعدة في مجال زيادة توريد المياه إلا أن أي من هذه التقنيات لا يبدو ملائماً من ناحية التكاليف أو من ناحية التطبيق بشكل موسَّع. كما أن اللجنة لم تأخذ بعين الاعتبار أية خيارات تتعلق بمصادر مياه واقعة خارج حدود المنطقة قيد الدرس لأن مثل هذا الأمر لا يدخل ضمن نطاق المسؤولية التي حددتها في الفصل الأول من هذا التقرير.

وقامت اللجنة بوضع عدة أسئلة أساسية لطرحها قبل انتقاء أي من الخيارات المتعلقة بخطط تطوير المصادر المائية وهذه الأسئلة هي:

ما هي درجة فعالية هذا الخيار في تعزيز المصادر المائية المتوفرة؟ فالخيارات التي تعطي زيادات إضافية ملحوظة في توريد المياه تعتبر مرغوبة أكثر من تلك الأقل توريداً.

هل الخيارات قابلة عملياً للتطبيق؟ إذ أن قابلية الخيار للتطبيق العملي أمراً يجب أخذه بعين الاعتبار.

ما هو مدى تأثير هذا الخيار على البيئة؟ هل سيزيد الخيار من كمية ونوعية المياه أو سيقللها؟ هل للخيار أية تأثيرات سلبية على البيئة؟ وكيف سيكون تأثيره على الحياة المائية والبرية؟ وهل سيؤدي تطبيقه إلى خسارة في التنوع البيولوجي للأحياء التي تعتبر ذات نفع وقيمة؟

هل الخيار عملي من الناحية الاقتصادية وما هي العوامل المؤثرة في هذه الناحية؟ وهل ثبتت فعاليته اقتصادياً في أماكن أخرى؟ من المهم عند الإجابة على هذا السؤال أن تُحسبْ التكاليف والعوائد معاً مع تحديد المعلومات المناسبة حول من سيتحمل التكاليف وعلى من ستعود الفوائد.

ما هي مضامين هذا الخيار حاضراً ومستقبلاً؟ إذ يجب المحافظة على البيئة وعلى المصادر المائية كما وصلت إلى الجيل الحالي ونقلها إلى الأجيال القادمة بدون أي انتقاص من قدرة هذه الأجيال على استخدامها أو الوصول إليها.

لقد أخذت اللجنة بعين الاعتبار مثل هذه الأسئلة عند انتقائها للخيارات على

الرغم من أن تقدير أي خيار من بعض الحالات الخاصة قد يصبح أكثر صعوبة وحساسية عند ما تتم مقارنته بالخيارات الأخرى المطروحة والمناسبة. وفي معظم الأحيان يأتي اقتراح الخيارات بناءً على مقياس واحد هو معيار تكلفتها المادية دون أخذ أية اعتبارات أخرى.

وبما أن المحافظة على استدامة نوعية المياه في المنطقة ستصبح أكثر صعوبة بل وأكثر كلفة بدون اعتمادها على الخدمات والفوائد التي تقدمها الأنظمة البيئية الطبيعية وبدون اعتبار المصالح البيئية كأمر أساسي في التخطيط لضمان استمرار عطاء المصادر المائية، لذا فإن أية محاولة لمواجهة المطالب المائية المستقبلية للمنطقة من خلال زيادة ضخ المياه الجوفية واستنزاف المياه السطحية قد تؤدي إلى تدمير قدرة البيئة على استدامة تطوير مصادرها وبالتالي إلى انحطاط عام في الوضع البيئي وإلى نفاذ المصادر الأساسية للمياه العذبة.

## المحافظة على المصادر المائية

أمام المعدل المتزايد للنمو السكاني تصبح مسألة المحافظة على استدامة نوعية الموارد المائية وكميتها أكثر صعوبة ما لم تتخذ إجراءات للمحافظة عليها في ثلاثة قطاعات للاستخدامات المائية هي القطاع المدني والزراعي والصناعي. ويجب الوصول في هذا الصدد إلى حل وسط بين هذه القطاعات يضمن وجود توازن مناسب بين نوعية المياه والتطور الاقتصادي ضمن الحدود العملية المتاحة لتوفر المياه. وتوجد في المنطقة أسس جيدة للتخفيف من الطلب على المياه ولكنها إجراءات تحتاج إلى حوافز اجتماعية واقتصادية لتطبيقها. والتخفيف من الطلب على المياه يساهم في المحافظة عليها ويترك أثراً إيجابياً على نوعية المياه وعلى البيئة.

والأمثلة على الإجراءات الطوعية لترشيد استهلاك المياه كثيرة وتشمل تبني وسائل منزلية تخفف من استخدام المياه مثل نوعية الحمامات ورشاشات الاستحمام وغسالات الثياب كما تشمل تخفيف استخدامات المياه خارج المنزل مثل ري الحدائق والمسطحات العشبية في المساء أو في الصباح الباكر. كذلك يمكن تطبيق مثل هذه

الممارسات في القطاع التجاري مثل إصلاح التسربات في أنابيب المنازل وعدم استخدام مكبات القمامة التي تحتاج إلى تنظيف متواصل بالماء.

ويشتمل الفصل الخامس على شرح لتوفير المياه من خلال التطبيقات غير التقليدية مقارنة مع التطبيقات التقليدية إذ يمكن إتخاذ تدابير منزلية غير طوعية مثل إصلاح الشبكات المثقوبة وأنظمة المجاري وتوسيع شبكة المجاري المركزية ووضع عدادات لتمديدات المياه ووضع قيود على الاستهلاك وإعادة استخدام المياه مرة أخرى. كما يمكن وضع تصميمات للأنظمة المائية في التجمعات السكانية المتنقلة والمتزايدة تعتمد على ترشيد استهلاك المياه وتخفيف تكاليف استخدامه مثل إدخال نظام مزدوج للاستخدامات المنزلية للمياه غير الصالحة للشرب في تنظيف المراحيض وري الحدائق وأعمال التنظيف المشابهة. فمثل هذه الأنظمة المزدوجة توفر تكاليف معالجة المياه وتسمح بإعادة استعمالها.

## الزراعة

يعتبر القطاع الزراعي من أكثر القطاعات المستهلكة للمياه في المنطقة قيد الدرس وقد تم اتخاذ عدة تدابير ساعدت على تخفيف استخدام المياه في هذا القطاع. وحققت إسرائيل تخفيفاً سنوياً بلغ إلى أكثر من ٢٠٠ مليون م ٣ في مياه الري ما بين الأعوام ١٩٨٥ و ١٩٩٣ من خلال استخدامها لوسائل ري محسنة ووضع قيود على أنظمة توزيع المياه وهذا يوضح انه من خلال الترشيد ومواصلة البحث ووضع سياسات اقتصادية صحيحة يمكننا أن نرفع من فاعلية استخدام المياه في القطاع الزراعي. ومع ذلك فإن ازدياد الطلب على المياه في القطاعات غير الزراعية وارتفاع تكاليف الحصول على موارد إضافية للمياه يجعل من الضروري إعادة تقييم دور القطاع الزراعي في اقتصاد المنطقة قيد الدرس (الانتقال إلى زراعة محاصيل أقل طلباً للمياه) من أجل رفع فاعلية استخدام المياه ما أمكن.

والحصاد المائي لمياه الأمطار والفيضانات يزيد من موارد المياه المستخدمة في زراعة الأراضي الجافة كما أن الزراعة المكثفة في البيئات المغلقة تخفف من تبخر

المياه. أما استخدام الحواسيب في تنظيم عملية التسميد من خلال الري فيمكنه أن يُقلّص من استخدامات المياه والأسمدة ويمنع تملح التربة وتلوث المياه الجوفية في حال إعادة استخدام مياه الصرف في ري المزروعات، كذلك يمكن استخدام المياه المالحة المتوفرة بكثرة في أحواض المنطقة قيد الدرس من أجل زراعة المحاصيل المقاومة للملوحة ورفع محتوى الأملاح في محاصيل البندورة والشمام وبالتالي تحسين أسعارها. كما يمكن استخدام المياه المالحة في تربية الأسماك والأحياء المائية في المناطق الصحراوية على الرغم من أن هذا أمر قد يتسبب في رفع ملوحة التربة وأخيراً فإن استخدام المياه المعالجة المحلية والمنقولة في أغراض الري بالتنقيط سوف يؤدي إلى زيادة ملموسة في إنتاج الأراضي الجافة في المنطقة قيد الدرس تحت ظروف مستدامة. ولكن عند إجراء أي تقييم لدور الزراعة في المنطقة يجب الأخذ بالاعتبار، التأثيرات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لأي تغيير سيتم في عمليات الري والزراعة.

## الأسعار وسياسات التسعير

تعتبر السياسات التي تقوم على دعم أسعار المياه أو التي تركز على عوائد الدخل دون الأخذ بعين الاعتبار الأعباء الاقتصادية التي تنجم عنها, سياسات ضعيفة وغير ملائمة للمناطق التي تعاني من شح المياه. ومن ناحية أخرى تعتبر السياسات التي تركّز في التسعير على زيادة فاعلية الاقتصاد وتخفيض استهلاك المياه سياسات ملائمة للمناطق التي تتصاعد فيها أزمة شحْ المياه، فالتسعير المناسب يضمن زيادة تفهم المستهلكين لحقيقة أسعار المياه والتي تتطلب من كل مستهلك أن يقوم بدفع الحدّ الأدنى من تكاليف استخدام مصادر المياه، مع تأمين المستهلك بمستويات ثابتة من الفوائد، ويمكن لهذه السياسة أن تضمن تخفيض تكاليف تزويد المياه للمستهلكين.

كما تعتبر سياسات التسعير التي تشجِّع المحافظة على المياه، بما فيها دفع الحد الأدنى من أثمان المياه، ودفع ثمن الوقت المهدور على توريدها والضرائب الإضافية الموضوعة عليها، سياسات ناجحة جداً ضمن الأوضاع التي تكون فيها كمية الطلب على المياه معقولة بالنسبة للأسعار الموضوعة لها.

## زيادة توريد المياه

على الرغم من جميع الجهود المبذولة لتخفيض الضغط على المياه من خلال سياسات المحافظة عليها والاقتصاد فيها فإن كميات المياه العذبة المتوفرة في المنطقة قيد الدرس سوف تحتاج إلى دعم من مصادر أخرى لجعلها تفي بالحاجة المطلوبة في المستقبل. هذا لا يعني أن الجهود التي بُذِلت كانت غير مجدية فأي مصادر بديلة قد تستخدم ستكون عالية التكاليف كما أنها لن تكون في بعض الحالات بالمستوى النوعي المطلوب للمياه. فإدارة الطلب التي تمارس بشكل صحيح إضافة إلى ما يرافقها من زيادة توريد المياه، سوف تكون أداة المستقبل في سد الحاجات الإنسانية والمتطلبات البيئية للمياه في المنطقة.

وتتميز المنطقة قيد الدرس بعدم انتظام توزيع هطول الأمطار فيها على مدى السنة لذلك تبقى هناك ضرورة استثنائية لتخزين جريان الأمطار حال هطولها. ففي الشمال حيث المطر أغزر نسبياً من باقي المناطق تلعب بحيرة طبريا دور مخزن المياه أما في الجنوب الأكثر جفافاً حيث تتعرض خزانات المياه السطحية كالبرك وغيرها لفقدان كميات كبيرة من المياه نتيجة التبخر فإن الضغط على المياه الجوفية يزداد بشكل خطير. وقد انتشرت في الماضي خزانات محلية لتجميع مياه الأمطار وظلت هذه الطريقة حتى اليوم هي المفضلة في التخزين. كما أن إعادة تعبئة المياه الجوفية اصطناعياً أصبحت طريقة مستخدمة حالياً في عدة أماكن، ومع تطور المراكز المدنية والطرق المعبدة والبنى التحتية ستتطور الفرص لمزيد من تخزين الأمطار الجارية وإعادة تعبئة المياه الجوفية.

كما أن من الممكن زيادة توريد المياه من خلال استغلال المصادر الطبيعية القليلة من المياه التي لم تستغل بعد. (إدارة مساقط المياه والحصاد المائي) ومن خلال إعادة استخدام المياه (تنقية المياه العادمة) أو تطوير مصادر المياه الأدنى نوعية (استخدام المياه المالحة وتحلية مياه المسوس ومياه البحر) أو استيراد المياه من خارج حدود المنطقة قيد الدرس أو نقل المياه غير المستخدمة في جزء من أجزاء المنطقة إلى جزء آخر فيها (عمليات استيراد المياه ونقلها لم يجرِ ذكرها في هذا التقرير). وأخيراً محاولة زيادة

كميات المياه المتجددة والمتوفرة في المنطقة (استمطار الغيوم) وقد تمت مناقشة جميع هذه الخيارات في الفصل الخامس من هذا التقرير.

## التطبيقات والأبحاث الجديدة

لكل خيار سؤالين على الأقل يطرحهما وهما: هل تم إجراء تجربة للمعلومات المتوفرة حول هذا الخيار؟ وما هي العوامل التي تؤثر على تبنيه واستخدامه؟ وهل من المحتمل أن يغير أي بحث حديث يجري حوله من التقييم الذي وضع له؟ فعلى سبيل المثال لم يتم إجراء أية دراسة شاملة من جهة الطلب حول العوامل المؤثرة في مدى السحب المنزلي للمياه في المنطقة قيد الدرس. أما من جهة العرض فقد يصبح بالإمكان تطوير تقنية بسيطة لتحلية وتصفية المياه، خاصة في المناطق الجافة وعلى مستوى حنفيات المنازل. وتواجه مؤسسات البحث تحدياً لتقرير أية تقنية جديدة يمكن استخدامها وأية مجموعة من التقنيات والاستراتيجيات قد تستحق المزيد من الاكتشاف والبحث. وهنا قد يتوجب اتباع كلا المبادرتين: فحص فعالية الخيارات الحالية، واتباع التقنيات الجديدة.

## الخطوات التالية

يقدم هذا التقرير سلسلة ملاحظات ونتائج خيارات إدارة مصادر المياه، وفي اعتقادنا أن هذه الخيارات سوف تحتاج إلى دراسة دقيقة من قبل جميع الأفراد والمؤسسات التي يتعلق عملها بالمياه وبمستقبل المجتمعات في الشرق الأوسط. وقد أصبح هناك حاجة ماسة إلى تقييم عميق للخبرات التي وصلتنا حتى اليوم إضافة إلى بحث مستفيض للتقنيات والعلاقات الجديدة، وستشكل نتائج هذه الأبحاث أساساً صلباً للعمل الصائب والهادئ من أجل الاستخدام المستدام لمصادر المياه الرئيسة. وبدلاً من اقتراح خطة عمل سياسية معينة فقد قامت اللجنة بتحديد منظور أوسع من المفاهيم التي يمكن أن ينطلق منها العمل البناء.

# الفصل الأول

## مقدمـة وخلفيـة

**إننا نعيش جميعاً على هذا الكوكب المائي الجميل والذي اخترنا أن نسميه خطأً بالأرض.**

(غير معروف)

الماء هو شيء أساسي للحياة وللتطور الاقتصادي ولسلامة البيئة، تَقِلُّ موارده بدرجات متفاوتة في إسرائيل والأردن والضفة الغربية وقطاع غزة [1]، وهي المنطقة الشرق الأوسطية التي يغطيها هذا التقرير. وهذه المنطقة ذات المناظر الطبيعية المتعددة تعاني من قلة الأمطار وكثرة التبخر، وتتمحور هموم ندرة المياه التي يعاني منها الجيل الحالي حول مسائل توزيع المياه داخل المجتمعات والمحافظة على نوعيتها. أما هموم الأجيال القادمة فتتعدى ذلك إلى تأمين موارد مائية كافية والمحافظة على نوعية البيئة وتحقيق عدالة ومساواة أكبر في توزيع المياه في المنطقة.

ويعتبر تأمين موارد كافية للمياه لتلبية الحاجات الإنسانية الأساسية أمراً حيوياً لحماية المصالح الحياتية لسكان المنطقة والاستمرار بها. وتلعب العلوم والتقنيات أدواراً رئيسة تساعد في تحقيق هذه الأهداف. وقد قامت اللجنة في معرض تركيزها

(١) في هذا التقرير يستخدم مصطلح الضفة الغربية وغزة للإشارة إلى الأراضي الفلسطينية، ففي الاتفاقية الفلسطينية الإسرائيلية المؤقتة حول الضفة الغربية وقطاع غزة والتي وقعت في ٢٨ أيلول ١٩٩٥ استخدم مصطلح سلطة الحكم الذاتي الفلسطيني ليشير إلى معنى حكومة وتستخدم الجمعية العامة للأمم المتحدة في وثائقها كلمة فلسطين في إشارة إلى السلطة الحاكمة في الضفة الغربية وقطاع غزة.

على العلم والتقنيات المتعلقة به بتقسيم مهمتها إلى قسمين: الأول هو تحديد التوجهات الحالية والمبادئ العلمية والمعلومات التي يمكن أن نعتمد عليها لحل المشاكل المائية في المنطقة، والثاني تحديد الفرص المناسبة لتحصيل معلومات علمية جديدة تساعد على صياغة حلول مستدامة لهذه المشاكل. وقد حددت اللجنة خمسة مقاييس في توجهها لمعالجة مشاكل المياه في المنطقة:

١- التعامل مع المنطقة من منظور شامل: إن النظرة الشمولية للمشاكل المالية في المنطقة تعطي صورة هامة تتعدى الحدود القومية إلى الحدود المائية للمنطقة وتعطي النظرة الشمولية إلى مشاكل الكم والنوع في مياه المنطقة نتيجة أفضل من ناحية استنباط المعلومات وإداراتها. وتعني النظرة الشمولية التعامل مع المنطقة كوحدة مائية.

٢- أخذ مصالح الجيل الحالي والأجيال القادمة بعين الاعتبار: يجب احتساب الحاجات الحالية لسكان المنطقة إضافة إلى حاجات الأجيال القادمة واحتساب وضع البيئة بشكل متساوٍ بين الأجيال.

٣- احتساب جميع الخيارات اللازمة لإيجاد توازن بين العرض والطلب فوجود هوة واسعة بين التقديرات المستقبلية للاحتياجات المائية مقابل موارد المياه لا يعتبر أساساً كافياً لوضع الخطط للموارد المائية، والخطط الموضوعة يجب أن تكون قوية ولكنها في نفس الوقت مرنة بما فيه الكفاية لكي تستطيع التعامل مع الالتباسات الموجودة في صلب الظواهر المائية في المنطقة ومع النماذج المستقبلية للنظم الاجتماعية واستخدامات المياه والتغير المناخي على المدى الطويل.أما الخطط التي تقوم فقط على توقعات الاختلاف بين العرض والطلب فهي تقلل من نطاق الخيارات المطروحة لحل المشاكل المائية في المنطقة.

٤- القيام بصيانة الخدمات البيئية من خلال التخطيط المتكامل من أجل الحفاظ على استدامة الموارد الطبيعية، إذ يجب توزيع المياه بشكل يحافظ على نوعية البيئة وتنوعها البيولوجي من أجل المحافظة على استدامة الموارد المائية والإبقاء على نوعية حياة نظيفة لسكان المنطقة.

٥- إدراك العلاقة المتبادلة بين نوعية المياه وكميتها: أن أي حوار يدور حول كفاية

الموارد المائية يجب أن يدخل في حسابه نوعية المياه حالياً وفي المستقبل، إذ أن كفاية موارد المياه تدخل في صلب مواضيع نوعية المياه وهذا يشكل مبدءاً هاماً في هذه المنطقة التي تعاني من ندرة المياه ومن تدهور نوعيتها في كثير من المناطق. ولكي يتم تطبيق مثل هذه المقاييس بشكل صحيح، يجب استخدام المعلومات التقنية والعلمية والاستمرار في جمعها أيضاً وقد قامت اللجنة بتحديد الأبحاث التي ستساهم بشكل خاص في حل المشاكل المائية الإقليمية مثل الأبحاث حول الظواهر الطبيعية التي تدعم وتزود الخدمات البيئية وقد وردت هذه الأبحاث والتقنيات الواعدة في الفصول ٤ و ٥.

## الاتفاقيات المائية

في ١٦ تشرين أول ١٩٩٤ وقعت الأردن وإسرائيل اتفاقية السلام التي عالجت ضمن أمور أخرى مسائل المياه والبيئة وأقامت إطاراً للتعاون حول المصادر المائية. وقد ورد في البند رقم ٦ المتعلق بالمياه أن الدول الموقعة على الاتفاقية تعترف بحقوقها في المخصصات المائية لنهري الأردن واليرموك ومياه وادي عربة الجوفية وذلك بناءً على المبادئ والشروط التفصيلية المتعلقة بتخزين المياه ونوعيتها وكميتها حسبما ورد في الملحق رقم ٢ من المعاهدة.

وكما ورد في البند ٦ (٤) (د) فقد اتفق البلدان على التعاون في مجال نقل المعلومات والأبحاث المشتركة والتطوير في القضايا المتعلقة بالمياه كما نصَّ الملحق رقم ٢ على تأسيس لجنة مائية مشتركة لتطبيق الاتفاقية وجاء في النص: أن البلدين اتفقا على تبادل المعلومات المتعلقة بمصادر المياه من خلال اللجنة المائية المشتركة وعلى التعاون من أجل وضع الخطط الهادفة إلى زيادة الموارد المائية وتحسين فعالية استخدام المياه ضمن سياق التعاون الثنائي والإقليمي والدولي. أما الملحق الرابع حول البيئة فينصُّ على إلزام الدولتين على التعاون في مجال إعادة تأهيل الوضع البيئي لحوض نهر الأردن وحماية بيئة المصادر المائية الطبيعية. وقد عزّز وجود مثل هذا الالتزام من اهتمام اللجنة بقضايا التنوع البيولوجي ومصادر المياه، كما يظهر في الملحق (أ) أيضاً نصًّا يدور حول شروط متعلقة بالمياه ضمن اتفاقية السلام. وفي ٢٨ أيلول ١٩٩٥ وقّع

الإسرائيليون والفلسطينيون الاتفاقية المؤقتة حول الضفة الغربية وقطاع غزة والتي غطّت مسائل مياه الشرب ومياه المجارير. وقد نصَّ البند ٤٠ على مبادئ حول تطوير المياه والمجارير وحدد التزامات ومسؤوليات الفريقين ومجالات التعاون المشترك بينهما، كما أسس لإنشاء لجنة مشتركة حول المياه وفرق مشتركة لمراقبة العمل والتنفيذ (كما ورد في تفسير الملحق ٨ و ٩ للاتفاقية) وكما يظهر في نص البند ٤٠ والوثيقتان ٨و ٩ في الملحق (ب) للاتفاقية. وقد أشارت الاتفاقية التي وُقّعت عام ١٩٩٤ بين منظمة التحرير الفلسطينية وإسرائيل حول قطاع غزة وأريحا إلى مواضيع تتعلق بالمياه والمجارير (بند ٣١) وحماية الطبيعة والمحميات الطبيعية والأجناس النادرة والمميزّة (بند ٢٣).

وفي ١٣ شباط ١٩٩٦ ونتيجة لجهود مجموعة العمل المتعددة الجوانب حول مصادر المياه والتي انبثقت عن العملية السلمية في الشرق الأوسط وقّعت الأردن وإسرائيل ومنظمة التحرير الفلسطينية إعلان مبادئ للتعاون بين الأطراف المركزية حول الشؤون المتعلقة بالمياه ومصادر المياه الجديدة والإضافية لصالح السلطة الفلسطينية. كما قدّمت هذه الاتفاقية توصيات بالأعمال الطوعية المرغوبة وبالأمور العامة التي يجب إدخالها في تشريعات مصادر المياه وإداراتها وآليات التعاون حول مصادر المياه الجديدة والإضافية كما قدمت اقتراحات لمجالات التعاون الممكنة مستقبلاً ولاحقاً لمعاهدة السلام الموقعة عام ١٩٩٤. وقد أقرّت الجمعية العامة للأمم المتحدة يوم ٢١ أيار ١٩٩٧ معاهدة جديدة حول قانون عالمي يتعلق بالاستخدامات غير الملاحية للمياه يعرض حالياً للتوقيع من قبل الدول. وبينما يتجنب هذا القانون التعرض للالتزامات والحقوق التي أقرّتها الاتفاقيات المعمول بها حالياً بين الدول وبين أطراف النزاع، فإنه يشير بوضوح إلى موضوعات مثل نوعية المياه وحماية الأنظمة البيئية للمياه السطحية الجارية كقضايا مهمة جداً في استخدامات المياه، وقد تم التركيز على هذين الموضوعين في سياق التقرير.

وبعيداً عن وضع الاتفاقيات الإقليمية السلمية فإن وجود إمكانية للقيام بتقديرات علمية غير متحيزة حول استدامة مصادر المياه الإقليمية يعطي فرصة متواصلة للتعاون بين جميع الأطراف.

## دور المنظمات الكافلة

في عام ١٩٩٤، وفي مدينة واشنطن بالولايات المتحدة الأمريكية إلتقى رؤساء وممثلون عن الأكاديمية الإسرائيلية للعلوم والجمعية العلمية الملكية الأردنية والمجلس الصحي الفلسطيني والأكاديمية المصرية للأبحاث العلمية والتكنولوجيا والأكاديمية الأمريكية الوطنية للعلوم والأكاديمية الوطنية للهندسة والمؤسسة الطبية الأمريكية من أجل دراسة طرق التعاون. وقد خرج هؤلاء بقرار يدل على وجود اهتمام كبير بالتعاون المشترك على أسس دراسية علمية مشابهة لتلك التي تجري في المجلس الوطني الأمريكي للأبحاث. وقد تمت مناقشة العديد من المشاكل والأولويات الإقليمية برز منها بشكل مؤثر موضوع التطوير المستدام في المنطقة. وقد أحسّ المجتمعون أن الإفراط في استخدام الموارد المائية أو إساءة استخدامها قد يؤديان في النهاية إلى تدهور بيئي يشمل أيضاً تدهوراً في نوعية المياه، كما لاحظ المجتمعون أن معظم دول الشرق الأوسط تشترك في نفس المشاكل في مسار تطورها وخاصة تلك المتعلقة بالمياه والبيئة والطاقة، وقد قدّم المجتمعون اقتراحاً بإجراء دراسة حول استدامة موارد المياه في المنطقة.

وفي العام الذي تلى، أي ١٩٩٥، أقرّ رؤساء وممثلوا الأكاديميات والمجالس العلمية في إسرائيل والأردن والسلطة الفلسطينية والولايات المتحدة الأمريكية إجراء دراسة حول موارد المياه المستدامة في الشرق الأوسط. وبعد مشاروات جرت بين مختلف المؤسسات تم تأليف لجنة متعددة الجنسيات من المتطوعين في كانون أول ١٩٩٥، وقد اجتمعت هذه اللجنة لأول مرة في شباط ١٩٩٦ وكان اجتماعها الرابع والأخير في نيسان ١٩٩٧. وشملت اللجنة في عضويتها مهندسون وعلماء من الولايات المتحدة والسلطة الفلسطينية وإسرائيل والأردن وكندا. وقد اجتمع لدى أعضاء هذه اللجنة خبرات وتجارب واسعة، إضافة إلى وجهات نظر عالمية حول موضوعات المياه وإعادة استخدام المياه العادمة بعد معالجتها وإدارة المياه ونوعيتها سواء كانت مياه سطحية أو جوفية. كما اجتمع لديها أيضاً خبرات في الهندسة الزراعية والهندسة البيئية والتنوع البيولوجي وقوانين المصادر الطبيعية، والاقتصاد والزراعة والتربة والري والصحة العامة.

وتركزُ اهتمام اللجنة على تجربة طرق مختلفة لزيادة الموارد المائية المستدامة في الشرق الأوسط وفي المنطقة قيد الدرس والتي تشمل إسرائيل والأردن والضفة الغربية وقطاع غزة. وكان على اللجنة أن تركّز على الطرق المتبّعة في الشرق الأوسط وغيره من المناطق من أجل تعزيز مخزون المياه وتجنب إساءة استغلال مصادرها، كما كان عليها أن تهتم أيضاً بالعلاقة بين تعزيز موارد المياه وحماية البيئة وخاصة نوعية المياه. وعلى وجه الخصوص، تم الاتفاق على أن تضع اللجنة بحسابها أساساً علمياً وتقنياً لسلسةٍ من القضايا المتعلقة بموضوع المياه مثل معالجة المياه العادمة واستخدامها لأغراض الزراعة وغيرها وتحلية المياه والحصاد المائي وتنظيف أحواض المياه الجوفية ومنع تلوثها واغتنام أية فرص تتيحها هذه التقنيات من أجل تحسين نوعية المياه ومنع تدهورها.

ولأن موضوع المصادر المائية يعتبر موضوع دقيق وهام بالنسبة للتطور الاقتصادي ولحماية الأنظمة البيئية فقد تبنت اللجنة مفهوم المساواة بين الأجيال في حقوق استخدام مصادر المياه العذبة، وهو مفهوم يتجلى بشكل واضح في هذا التقرير. وكما قالت السيدة إيديث براون: إن التطوير المستدام هو أمر متناقل عبر الأجيال لأنه يشير بأن علينا أن نستخدم بيئتنا بشكل يبقيها نظيفة للأجيال اللاحقة (الإنصاف في مصادر المياه عبر الأجيال، ن. ر. سي ١٩٩٣).

وكثيراً ما نقع في تناقض بين سد حاجاتنا الفورية من مصدر مائي وبين الحفاظ عليه لاستخدامه بشرياً وبيئياً على المدى الطويل، مثل على ذلك ضخ المياه الجوفية لدرجة اكبر من قدرتها على تجديد مصادرها من المياه، أو سحب المياه من الأحواض لدرجة يصبح من الصعب إعادة تجديدها، وقد تبنى مؤتمر الأمم المتحدة حول البيئة والتطوير والذي عقد في ريودي جانيرو عام ١٩٩٢ مبدء تركيز التحرك بعيداً عن تطوير مصادر مياه جديدة والحث على تبني مبدء إدارة المياه المتوفرة إدارة شاملة ضمن سلوك اقتصادي وسياسات تواجه فشل الحكومات والأسواق ووضع حوافز لتقديم خدمات أفضل لمستخدمي المياه وإيجاد تقنيات تزيد من فعالية استخدامها. وتبدو الرغبة جلية هنا على إدارة شاملة للحياة والنظر إلى الماء ليس كحاجة إنسانية

أساسية فقط بل كجزء من نظام بيئي متكامل وكمصدر من المصادر الطبيعية وكسلعة اقتصادية واجتماعية أيضاً.(نافذة ١:١)

## المياه والتطور الاقتصادي والاجتماعي والاستدامة

بينما يكافح السكان في المنطقة قيد الدرس من أجل رفاهيتهم وتحسين خدمات بيئتهم، يتبين لهم يوماً بعد يوم أن التطور الاقتصادي واستدامة موارد المياه واستمرارية حياتهم هي أمور أساسية للتطور الاقتصادي الطويل الأمد وللرفاه الاجتماعي ولضمان الاستمرارية في الحياة. وقد أدى توسع المدن والنمو الصناعي إلى زيادة الضغط على المياه بشكل غير مسبوق على حساب الزراعة والأنظمة البيئية المائية والريف الفقير (البنك الدولي ١٩٩٥) ويؤكد البنك الدولي ضرورة بروز توجهات جديدة لإدارة مصادر المياه وهي توجهات من شأنها أن:

- تتناول مسائل النوعية والكمية بالنسبة للمياه من خلال توجه متكامل.
- تربط إدارة استخدام الأراضي بالإدارة المستدامة للمياه.
- تعترف بإدارة شؤون المياه العذبة والبيئات الساحلية والبحرية كسلسة متصلة ببعضها البعض.
- تعترف بالمياه كسلعة اقتصادية وتشجع التدخل في سياسات تحديد الأسعار على أساس كلفة المياه.
- تدعم التوجهات التي تتضمن روح الإبداع والمشاركة.
- تركز على الأعمال التي تؤدي إلى تحسين ظروف معيشة الناس.
- تنظر إلى إدارة أحواض الأنهار والمناطق الساحلية والبيئة البحرية نظرة شمولية وليس كوحدات منفصلة عن بعضها البعض.

ومن الجدير بالذكر أن هذه التوجهات تلتقي مع الكثير من استنتاجات اللجنة التي وضعت التقرير.

بقيت الزراعة المروية والمياه أمران مركزيان في تطور اقتصاديات المنطقة فقد اعتمد

التطور الاقتصادي والاجتماعي للأردن وإسرائيل منذ العام ١٩٥٠ وبشكل أساسي على إنشاء ناقل للمياه يسمى الناقل القطري في إسرائيل وإنشاء قناة الملك عبد الله (الغور الشرقية) في الأردن وقد دعمت هذه الممرات المائية الإنتاج الغذائي وفتحت أبواب الرزق لعدد كبير من السكان الذين تتزايد أعدادهم بسرعة كبيرة في تلك المنطقة.

## نافذة ١:١

تبنت مؤتمرات دبلين وريودي جاينرو التي انعقدت عام ١٩٩٢ حول المياه والبيئة، المفاهيم التالية:

- المياه هي مصدر شحيح ويجب معاملتها كسلعة اجتماعية واقتصادية.
- يجب إدارة المياه على مستوى الضروريات كما يجب إشراك جميع المستفيدين من مصادر المياه بمن فيهم النساء، في صنع القرار.
- يجب إدارة المياه ضمن إطار شامل آخذين بعين الاعتبار مصلحة جميع القطاعات.

دعا البنك الدولي وبرنامج التطوير التابع للأمم المتحدة إلى انضمام مشاركين آخرين من أجل تأسيس شراكة مائية عالمية لدعم توجهات أكثر ترابطاً وشمولية في إدارة مصادر المياه، وقد تم تأسيس مجلس عالمي للمياه بناءاً على اقتراح الجمعية العالمية لمصادر المياه من أجل نشر هذه التوجهات.

ولكن في نفس الوقت أعاقت قلة المياه الناجمة عن وجود قيود على المخصصات، وغياب تطوير البنية التحتية، التطور الاجتماعي الاقتصادي في الضفة الغربية وغزة (قناة الغور الغربية المقترحة). وفي الوقت الحالي يستمر الري في لعب دوره برفع مستوى التطور الاجتماعي والاقتصادي لسكان المنطقة قيد الدرس. ولكن الأمر يتطلب تبني استراتيجيات جديدة لاستخدام المياه ولإعادة استخدامها وإلا فستعاني المنطقة من شحّ المياه وسيهدد التلوث القطاعات المنزلية والصناعية ويؤدي إلى تدمير البيئة وزيادة المشاكل الصحية المتعلقة بالمياه. أما تطوير مصادر جديدة للمياه فيعَدُّ أمراً مرتفع الثمن مما يجعل إمكانية توسيع هذه المصادر محدودة،

وسيؤدي تطور اقتصاديات المنطقة إلى تقليص دور الزراعة المروية في الدخل القومي العام. وإذا أضفنا إلى هذا تنامي أعداد السكان وتزايد الطلب على مياه الشرب فإن حصة الزراعة من المياه سوف تتقلص أكثر وأكثر، لكن في نفس الوقت سوف تتزايد كميات مياه الصرف المتوفرة للري. ومع استمرار عمليات الري في المناطق التي تتواجد تحتها الأحواض المائية الصخرية والمياه الجوفية فإن هذه الأخيرة سوف تتعرض للتلوث الكيميائي وارتفاع الملوحة وتدهور النوعية مما سيترك أثراً عميقاً على الزراعة المروية في المنطقة ويشكل تحديًا لموارد المياه فيها.

أما التحدي الرئيس الذي تواجهه المنطقة في مسألة مصادر المياه فهو رفع انتاجية المياه الشحيحة في المنطقة بالقدر الممكن مع ضمان توزيعها بشكل متساوٍ.

وقد يكون من الأفضل تحويل المياه المخصصة للزراعة إلى قطاع الاستخدامات المنزلية والصناعة وتبني ممارسات زراعية جديدة تتلائم مع الظروف المناخية للمنطقة. كذلك يحبذ إدخال ممارسات زراعية أخرى مثل زراعة الأراضي الجافة التي تتطلب أقل قدر من الري التكميلي، أو الزراعة المائية التي يعاد استخدام المياه فيها، كذلك يمكن استخدام المياه المالحة للزراعة في الصحراء رغم خطرها على زيادة الملوحة. وعند بذل الجهود لتحسين انتاجية استخدام المياه في الزراعة المروية يجب أخذ الحذر من ألا يترك هذا التحسن آثاراً سلبية على التنوع البيولوجي ونوعية المياه في المنطقة.

## الاستدامة ، المساواة بين الأجيال ، ومصادر المياه العذبة في الشرق الأوسط

استخدمت كلمات 'استدامة' و'مستدام' بشكل واسع ومع ذلك فإن من الصعوبة بمكان تحديد معناها بدقة (أنظر نورغادر ١٩٩٤) وتبقى موضوعاً لكثير من الأبحاث العلمية المعقدة (سكوب ١٩٩٧). وعندما دعا المجلس الأمريكي للتطوير الاستدامي إلى إجماع الرأي على العمل من أجل مجتمع صحي وبيئة نظيفة في المستقبل، قام بتعداد عشرة أهداف لهذا العمل هي: الصحة، الرفاه الاقتصادي، المساواة في الحقوق، حماية الطبيعة، الخدمات، المجتمعات المستدامة، المساهمة في العمل المدني، السكان، المسؤولية الدولية، والتعليم (مجلس رئيس الولايات المتحدة للتطوير المستدام ١٩٩٦).

وقد تم تعريف التطوير المستدام آنذاك بالتطوير الذي يفي بحاجات الحاضر دون أن يعرض حاجات الأجيال المستقبلية إلى الخطر (بعثة الأمم المتحدة العالمية حول البيئة والتطوير ١٩٨٧). ويتطلب تحديد أي من هذه الأهداف عدة افتراضات اجتماعية وتقنية ومع ذلك فقد أجمعت اللجنة على أن هناك مفهوماً هاماً جداً يقع ضمن عبارات الاستدامة وإنصاف الأجيال المقبلة وهذا المفهوم هو أن أطفال هذا الجيل الحالي وأحفاده يجب أن تبقى لديهم إمكانية استخدام أي مصدر طبيعي تماماً كما فعل آبائهم، كما أن على هذا المفهوم أن يعترف بإمكانية استخدام الأجيال المقبلة لأشكال متغيرة من المصدر نفسه أو بدائل له، لذلك فإن تفسير معنى الاستدامة يدخل ضمن عبارة إنصاف الأجيال القادمة.

## المساواة عبر الأجيال

أعطى مؤتمر الأمم المتحدة الذي انعقد في ريودي جانيرو عام ١٩٩٢ حول البيئة والتطور، صفة شرعية للتطور المستدام حين أكّد أن مثل هذا الهدف يتطلب مساواة في استخدام مصادر المياه العذبة بين الجيل الحالي والأجيال القادمة، ومثل هذه المساواة في استخدام مصادر المياه عبر الأجيال تبدو حادّة في الشرق الأوسط حيث تشحُ موارد المياه العذبة ويشتد الضغط عليها ويزداد عدد المطالبين بالانتفاع بها. ويصبح الخوف حقيقياً هنا من إمكانية أن تحرم الأجيال القادمة من مصادر كافية للمياه العذبة أو على الأقل قد يرتفع عليها السعر مقارنة بالأجيال السابقة.

وتثير مسألة استخدام وتطوير مصادر المياه العذبة عبر الأجيال عدة قضايا تنطوي على إمكانية تدهور نوعية مصدر المياه واستنفاذ المصدر إضافة إلى تساوي فرص الوصول إلى هذه الموارد وسد الحاجات الإنسانية منها. ولعل أبرز مسألة في هذا الصدد هي مسألة تدهور نوعية المياه فالتلوث الذي يصيب المياه السطحية سواء في الأنهار أو البحيرات يؤدي إلى عدم القدرة على استخدام هذه المياه. والأسباب هنا متعددة وقد تكون بسبب تأخر الغسل الطبيعي من مياه الشتاء لهذه الملوثات أو بسبب ارتفاع تكاليف التخلص منها. أما بالنسبة للمياه الجوفية فإن ارتفاع تكاليف تنظيفها وتخليصها من الملوثات والمواد السامة قد يجعل من المستحيل إعادة استخدام

الحوض الذي تقوم عليه. وفي حالات أخرى فإن الضخ الجائر للمياه الجوفية والذي يزيد عن قدرتها على إعادة تعبئة نفسها يؤدي إلى تسرب الأملاح إلى المياه العذبة وهو أمر لا يمكن إصلاحه ضمن تكاليف معقولة وقد ينتهي الأمر إلى هجر الحوض أو أجزاء منه.

إن مثل هذه المسائل تثير تعقيدات كثيرة عبر الأجيال فالأشخاص الذين يستفيدون من إهمال صيانة مصادر المياه العذبة وتلويثها لن يكونوا بالضرورة نفس الأشخاص الذين سيعانون من أضرارها.

مسألة أخرى قد تثار عبر الأجيال وهي استنفاذ بعض مصادر المياه. وبينما لا تنضب المياه عملياً في العادة إلا أن نوعيتها تتغير وقد تتسبب ندرة مصادر المياه في بعض الأماكن أو الأوقات بجعل الحصول على موارد كافية أمراً أكثر صعوبة بالنسبة للأجيال القادمة أو قد يتسبب في رفع لأسعارها الحقيقية.

كذلك تثير قضية المساواة في حق الوصول إلى مصدر المياه عبر الأجيال أو حتى ضمن الجيل نفسه مشاكل متعددة فالمجتمعات الفقيرة على سبيل المثال قد تعاني من تلوث مائي خطير أو من شحٍ في مياه الشرب أو من نقص في المياه المخصصة للزراعة والأعمال الريفية. وباختصار لا تعود المجتمعات الفقيرة قادرة على التمتع بالوصول إلى مصادر المياه. ومثل هذه الظروف قد تستمر من جيل إلى جيل.

وقد حدَّد تقرير صدر عن الخبراء القانونيين في لجنة الأمم المتحدة حول التطوير المستدام (الأمم المتحدة ١٩٩٧) ثلاثة مبادئ للمساواة عبر الأجيال وهذه المبادئ هي: خيارات متساوية، نوعية متساوية، وقدرة متساوية للوصول إلى المصدر.

ينطوي مفهوم الخيارات المتساوية للمياه العذبة على صيانة تعددية موارد المياه سواء كانت مياه جوفية أو مياه سطحية، وعلى تطوير تقنية لإيجاد مصادر بديلة من المياه العذبة وبأسعار معقولة مثل تقنية التحلية أو إعادة استخدام المياه العذبة، كذلك يمكن هنا تقييم الاقتراحات المتعلقة بإجراء تغييرات على الأنظمة الزراعية التي تستهلك المياه لدرجة حرمان الآخرين من استخدام المياه في سد حاجاتهم الأساسية.

أما مفهوم المساواة في النوعية فيعني تجنب التلوث السام لمصادر المياه

والأحواض الصخرية المائية ومنع تسرب الأملاح إلى المياه العذبة مما يجعلها غير صالحة للاستخدام، وحماية مصادر المياه من أي شكل من أشكال التلوث.

والمساواة في حق الأجيال القادمة في الوصول إلى مصادر المياه، تعني أن على الجيل الحالي أن يتزود بالمياه بطريقة لا تترك الأجيال القادمة تواجه ارتفاعاً في أسعار المياه أو شحًّا فيها. وفي أي عملية تجري لتسويق المياه يجب أن يعكس سعر البيع كامل التكاليف بما فيها تلك التي ستدفعها الأجيال القادمة. إضافة إلى ذلك فإن مفهوم المساواة في حق الوصول إلى مصادر المياه يتضمن الحق في تحمل التبعات البيئية التي تنجم عن تلوث مصادر المياه أو شحّها كما يتضمن حق الحصول على مياه الشرب.

من هنا نرى أن المبادئ التي تقف وراء مفهوم المساواة عبر الأجيال تتطلب تمثيلاً لمصالح الأجيال المقبلة كما تتطلب أن ينعكس مثل هذا الموقف في صياغة القرارات الإدارية والسياسية وفي الأحكام القضائية وحتى في الأسواق.

وقد اشتملت المقترحات التي قُدِّمت إلى لجنة الأمم المتحدة للتطوير المستدام، من قبل لجان تقييم مصادر المياه العذبة في العالم لعام ١٩٧٧، خططاً واستراتيجيات تخاطب الحاجات الإنسانية الضرورية وتدعو لحماية الأنظمة البيئية المرافقة للأهداف الاجتماعية والاقتصادية لمختلف المجتمعات.

وتتطلب مسألة المساواة عبر الأجيال اتخاذ إجراءات واسعة، بعضها تم نقاشه في هذا التقرير مثل المراقبة الحثيثة لنوعية مصادر المياه المتوفرة بدون التسبب في تلويثها أو تخريبها، إضافة إلى القيام بصيانة فعالة للاستثمارات الرأسمالية مثل السدود ومحطات التنقية وأنظمة توزيع المياه وحماية مناطق تعبئة الأحواض الصخرية من خلال التخطيط السليم لاستخدامات الأراضي والمساواة بين المجتمعات في استخدام مصادر المياه.

وإذا أردنا تطبيق وجهة نظر بيولوجية وجيولوجية وفيزيائية متكاملة فإن علينا أن نهدف في عملية التطوير إلى تحسين الظروف البيئية بدون أن نؤثر في استمرارية تحسينها بشكل دائم في المستقبل (هولارن، ديلي، ايلريش ١٩٩٥).

## نوعية المياه، وكميتها، وخدمات الأنظمة البيئية

جاء في دراسة قامت بها الأمم المتحدة عام ١٩٩٧ تحت عنوان: تقييم شامل لمصادر المياه العذبة في العالم أن سرعة استهلاك المياه تزداد أكثر من ضعفي سرعة النمو السكاني خلال هذا القرن وقد أدّى هذا إلى ظهور شُحٍّ في المياه زاده سوءاً تلوث مصادر هذه المياه (الأمم المتحدة ١٩٩٧ ب) وكانت النتيجة أن عانى خمس سكان العالم من عدم القدرة على الحصول على مياه نظيفة كما أصبح أكثر من نصف سكان العالم بدون رعاية صحية كافية. وكانت نتيجة التسارع في النمو السكاني في المنطقة قيد الدرس، والذي تزامن مع تقدم في التصنيع وتطور في التجارة والإسكان، أن تلوثت مصادر المياه السطحية والجوفية بمواد كالأسمدة والمبيدات والفضلات العضوية البشرية وزيوت السيارات والتسربات القادمة من مكبّات النفايات، لذا أصبحت مسألة المحافظة على كمية المياه ونوعيتها تعني ببساطة الأخذ بعين الاعتبار تأثيرات الأنشطة الإنسانية على مصادر المياه والمجمعات المائية المنتشرة.

ولعل من الضرورة القصوى أن نتنبه إلى التأثيرات والقيود البيئية على تطور وضع المياه، فقد ازداد التلوث وازدادت كمية المياه العادمة المثقلة بالمواد العضوية وارتفعت نسب استهلاك المياه مقابل انخفاض الجريان السطحي اللازم لتخفيف وطأة هذه الملوثات. ومع أن القيام بصيانة جيدة للمياه العذبة في مجاريها الطبيعية يساعد في الحفاظ على سلامة المياه والبشر والأسماك وغيرها من المخلوقات المائية إلا أن تقلص مساحة الأراضي الرطبة واستنزاف المياه الجوفية قد تركا تأثيرات سلبية خطيرة مثل:

- فقدان الحياة المائية في الأنهار والسيول وحولها.
- القضاء على المخلوقات المائية وتعريض أعدادها للخطر.
- إضعاف الاستخدامات المفيدة للمياه مثل السباحة والصيد والشرب.

وكما نوهنا في الفصل الرابع من هذا التقرير فإن المجتمعات البيولوجية الموجودة في الطبيعة تقدم خدمات وسلع عديدة للإنسان مثل الغذاء والوقود والألياف والأدوية وغيرها من المنتجات كما تنقّي الماء والهواء على السواء وتخفف من حدة التقلبات المناخية وتمنح قيماً فنية وجمالية للإنسان وفرصاً للتنزه والتمتع. وقد أكدت

الدراسات الحديثة أن قدرة الأنظمة البيئية على مقاومة تغيرات الظروف الطبيعية حولها وتحمل المتغيرات الناتجة سواء عن المناخ أو عن الكائنات الحية، ترتبط بشكل إيجابي بأعداد هذه الكائنات فيها والعلاقة بين التنوع البيولوجي للكائنات وقدرتها على تقديم السلع والخدمات، وهي علاقة غير معروفة تماماً ولكن من المؤكد أن أي انخفاض في تنوع هذه الكائنات يعني خسارة ملموسة في السلع والخدمات. وأحد أهم هذه الخدمات هو وجود مياه نظيفة.

ويمكننا تقسيم المنافع والخدمات البيئية التي تقدمها أنظمة المياه العذبة إلى ثلاث فئات هي: ١) تزويد مياه الشرب والري وغيرها (٢) تزويد سلع غير المياه مثل الأسماك والغطاء النباتي وطيور الماء (٣) تقديم خدمات خارجة عن نطاق حدودها المائية مثل التنزه والتنقل ومكافحة الفيضانات. وتبدو بعض هذه الأنظمة وخاصة تلك الموجودة في المناطق الجافة عرضةً للعبث البشري ولتغيير وظائفها الأساسية إذ أنها أنظمة حساسة تفتقر إلى وجود كائنات ذات أدوار مشتركة وكلما ازداد الضغط عليها كلما ازدادت الحاجة إلى إدارتها بشكل يضمن استدامتها وهذا يعني بشكل خاص الحفاظ على تنوع الكائنات فيها.

إن إعطاء المزيد من الاعتبار للعوامل البيئية المتعلقة بالمياه ليس أمراً كمالياً بل يجب أن يدخل في صميم عمليات التخطيط والإدارة.

## توجه اللجنة في الدراسة الحالية

يرتكز عمل اللجنة على تحصيل المعلومات العلمية والتقنية واتباع الأساليب العلمية التي تساعد على صيانة أو زيادة موارد المياه على أسس مستدامة في الشرق الأوسط. ولم تأخذ اللجنة في حسبانها لا القيود القانونية ولا تخصيصات موارد المياه ولا رغبات التسعير المختلفة ولا الأنظمة والتقييدات الموضوعة على استخدامات المياه ولا الاتفاقيات العلمية والمعاهدات ولا مسائل توزيع السكان والنمو ، إلا عندما دعت الحاجة إلى وجود شروحات صريحة لهذه السياسات ونتائجها، ذات صلة وثيقة بموضوعات الأبحاث العلمية والتقنية.

وقد أجمعت اللجنة على أن هذا التقرير يجب أن يحقق خمس مهمات هي:

١- وضع خيارات لتحسين إدارة المياه غير قائمة على تحديد الثغرات بين توقعات العرض والطلب (انظر الفصل ٣).
٢- تحديد الانعكاسات البيئية بما فيها تلك الناتجة عن التنوع البيولوجي لأهميتها في تخطيط وإدارة مصادر المياه.
٣- تحليل خيارات تزويد المياه على ضوء المساواة بين الجيال والاستخدامات المستدامة.
٤- إجراء نقاشات حول توجه إقليمي للمسائل التي تقع ضمن التقاطعات السياسية والجيولوجية والمائية والبيولوجية والسكانية في المنطقة.
٥- اعتبار نوعية المياه وكميتها أمران مترابطان في العلاقة.

إن تقديرات مبدء الاستدامة كعامل في تحقيق المساواة عبر الأجيال يضمن بالضرورة إصدار الأحكام على عدة معايير موجودة. ورغم أن الأفق الزمني للمستقبل لا نهاية له إلا أن التوقعات لها زمن محدود ويمكننا تقدير التغيرات بدقة بناءً على الماضي القريب ووضع انطباع عنها ربما لبضعة آلاف من السنين ولكن التغيرات المستقبلية لا يمكن التنبوء بها بثقة كبيرة كما أن درجة التغير غير معروفة تماماً. وتتغير مقاييس نوعية المياه تبعاً لظهور أضواء جديدة حول العوامل المؤثرة في صحة الإنسان وظروفه البيئية.

ويستمر التطور التقني في عمليات استخراج المياه ومعالجتها ونقلها واستهلاكها بكافة جوانبه الإيجابية والسلبية كما أن أعداد الناس وأماكن تواجدهم وأوضاعهم الاجتماعية والاقتصادية في منطقة محدودة تتغير وفقاً لعوامل النمو والهجرة والتطور الاقتصادي.

وتقوم اللجنة بملاحظة هذه التغييرات إضافة إلى أمور أخرى غير متوقعة، كما تقوم بشرح مكامن الخطر التي تحتاج إلى دراسة من أجل استخدامها في توقعات الظروف التي قد تواجهها التجمعات السكانية في المستقبل.

وقد اعتمدت اللجنة على خبرات منقولة عن أجزاءٍ أخرى من العالم مشابهة لظروف الشرق الأوسط وقدمت ما استطاعت من تقييم للمعلومات المتوفرة حالياً حول المنطقة، كما قامت اللجنة باستقصاء المعلومات من التقارير المنشورة حديثاً والتي تقدم تحليلات حول مصادر المياه واحتياجات المنطقة منها.

**مثال على ذلك:**

- الدراسة الإقليمية حول تطوير المياه وتزويدها في الشرق الأوسط (CES المستشارون المهندسيون و GTZ الوكالة الألمانية للتعاون الفني ١٩٩٦).
- استراتيجية إدارة المياه في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (بروكوف ١٩٩٤).
- (Core and Periphery) الجوهر والهامش) (بسواس وآخرون ١٩٩٧) وقد تم تدوين عدد كبير من التقارير التي قدمتها اللجنة في الفهرس الموجود في الملحق (هـ).

ويهيئ هذا التقرير مسرحاً للعمل من خلال تقديم وصف جغرافي وطبيعي للمنطقة ولنماذج استخدامات المياه فيها (الفصل ٢) وتعتمد المواضيع التي يتضمنها التقرير مصادر المياه الموجودة حالياً وكميات الأمطار والمناخ وتوزيع المياه السطحية والجوفية، أما الفصل الثالث فينظر في النماذج المستقبلية المتوقعة لاستخدامات المياه بما فيها العوامل الرئيسة التي تؤثر في هذه النماذج. ويشرح الفصل الرابع العلاقات الأساسية بين استدامة التزويد بالمياه وبين تنوع الكائنات وخدمات الأنظمة البيئية في المنطقة قيد الدرس.

أما الفصل الخامس فيقدم خيارات في التقنية والاقتصاد وفي مجالات اخرى من شأنها تحسين التزويد بالمياه في المنطقة مع التركيز على الإدارة المتكاملة لمصادر المياه.

والمستهدفون الأساسيون في هذا التقرير هم العلماء وصنّاع السياسة وخاصة في المنطقة نفسها إضافة إلى المؤسسات الإقليمية التي تكفلت بدعم هذه الدراسة والمنظمات غير الحكومية والمنظمات العالمية والقطاعات التجارية والخاصة. وقد بيَّن التقرير أن بعض القرارات المستقبلية حول المياه قد تقع تحت تأثير الالتزامات السياسية لبعض الدول، وتأثير القيود التي تفرضها الأنظمة القانونية القطرية.

لم يُطلب من اللجنة تقديم أية نصائح سياسية وهي لم تفعل ذلك وفي الواقع عكس التقرير إجماع اللجنة على تقديم المعلومات التقنية والعلمية الحالية حول المصدر الأساسي والنتائج التي قد تنتج عن أي تغيير فيه. وهذه المعلومات ستكون قيّمة جداً في محضر وضع الخيارات السياسية الصحيحة.

# الفصل الثاني

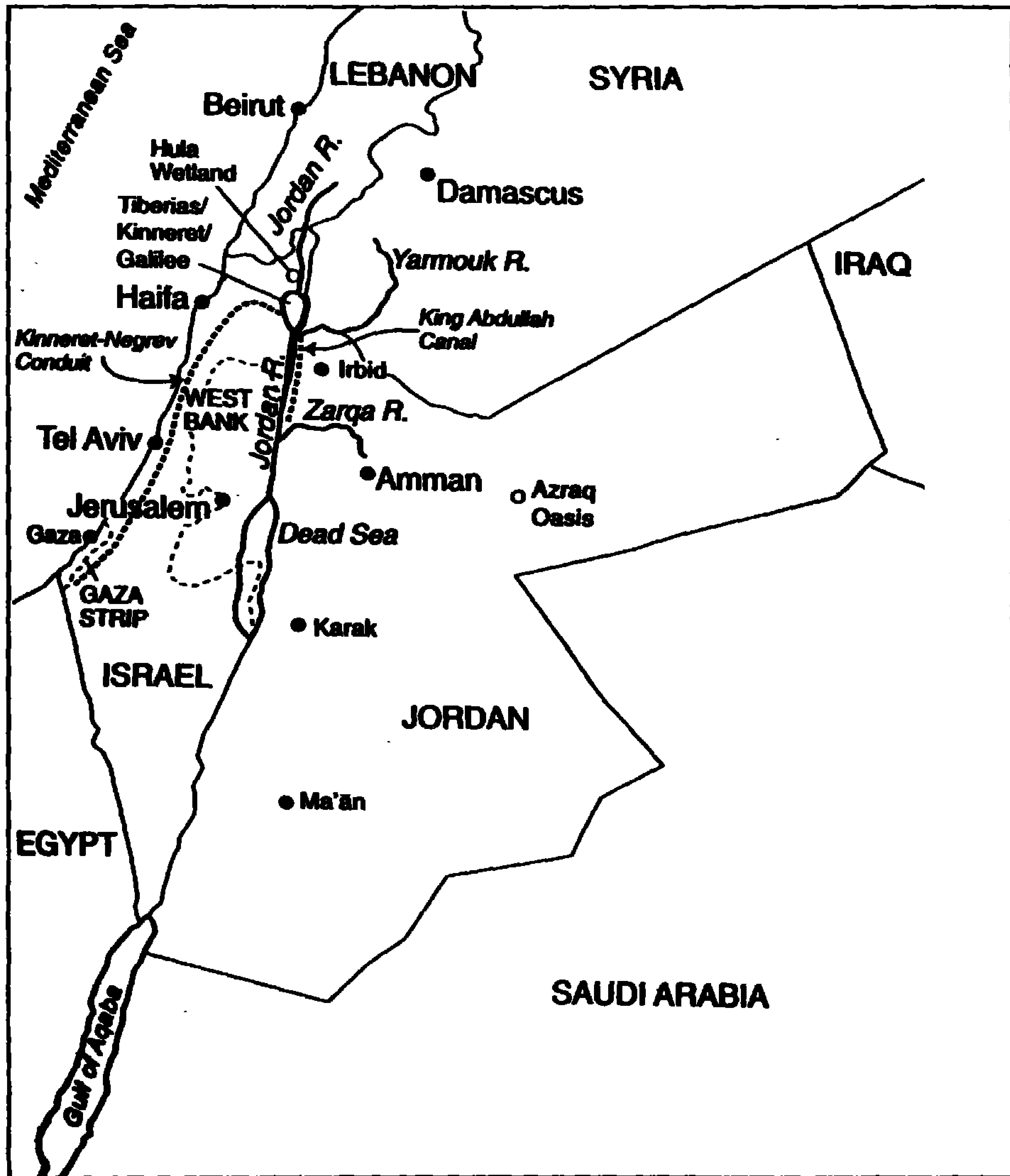
## المنطقة قيد الدرس ونماذج استخدامات المياه

المنطقة قيد الدرس هي جزء من منطقة الشرق الأوسط وتتألف من الأردن والضفة الغربية وقطاع غزة وإسرائيل (انظر الصورة ١ , ٢). ولتسهيل الأمر أطلقنا عليها اسم المنطقة قيد الدرس.

وقد واجهنا صعوبة في جمع وتحليل المعلومات المتعلقة بسكان المنطقة وبالمعالم الاقتصادية والمائية فيها بالطرق العادية والمنتظمة بسبب وجود قيود تاريخية وسياسية مختلفة. وقد قدّم أعضاء اللجنة أنفسهم الكثير من المعلومات الواردة في هذا التقرير، وتم استخراج وتعديل معلومات أخرى وخاصة حول كميات المياه من تقرير حديث قامت بتحضيره مجموعة العمل المتعددة حول مصادر المياه (وموّلته الحكومة الألمانية (GES- GTZ) عام ١٩٩٦). وقد أعدت هذه الدراسة الألمانية شركة استشارية اعتماداً على فرق دراسية منفصلة عملت في الأردن وإسرائيل وفلسطين، وقدّمت الدراسة تقييماً يعتبر الأحدث تقييم للوضع المائي في المنطقة قيد الدرس والأكثر شمولية.

وبينما استخدمت المعلومات التي قدمتها الدراسة الألمانية حول الكميات، بشكل مكثف في الدراسة الحالية فقد وضعت المقدمة الواردة في تلك الدراسة الألمانية المشاكل التي واجهتها في دراستها نتيجة للاختلافات في التقارير المؤقتة التي قامت بتحضيرها فرق مختلفة ولم يتم بذل أي جهد للتحقق من هذه المعلومات وتصحيحها في التقرير الحالي.

إن استخدام المعلومات المستقاه من مجموعة العمـل المتعـددة الأطـراف لا يعـني تبني صحة هذه المعلومات أو نتائجها من قبلنا.




صورة ١:٢

المنطقة قيد الدرس: الأردن، إسرائيل، الضفة الغربية، وقطاع غزة

(المصدر: منقولة عن خرائط أخرى)

## السكان والاقتصاد

وصل عدد السكان في المنطقة قيد الدرس عام ١٩٩٥ إلى ١٢ مليون نسمة (جدول ١:٢) وكان التوزيع السكاني متفاوتاً بشكل كبير فقد تركزت الكثافة السكانية في المناطق الكثيرة المطر. وفي إسرائيل يعيش ٩٠% من السكان في المدن ويتوزع الباقي على المناطق الريفية بينما يعيش ٧٨% من سكان الأردن في المدن و٢٢% في الريف.

أما في الضفة الغربية وغزة فتبلغ نسبة سكان المدن ٢٩% بينما يتوزع ٦٥% في المجتمعات الريفية ويعيش ٦% من السكان في مخيمات للاجئين (١٩٩٧) ويعتبر قطاع غزة الذي يعيش معظم سكانه في مخيمات للاجئين من أكثف مناطق العالم سكاناً، بمعدل ٢٢٠٠ إنسان لكل كيلو متر مربع. ويُظهر الجدول ١:٢ لمحة مختصرة للوضع الاقتصادي والاجتماعي في المنطقة قيد الدرس:

**الجدول ٢:١**

| الصفات | إسرائيل | الضفة الغربية وغزة | الأردن |
|---|---|---|---|
| عدد السكان (بالملايين) | ٥,٥٤ | ٢,٥٤ | ٤,٣٣ |
| النسبة المئوية للمتعلمين | ٩٥ | ٨٤ | ٨٧ |
| الناتج القومي المحلي[1] | ٨٥,٧ | ٢,٩٨ | ٢٠,٩ |
| التركيب القطاعي | | | |
| - الزراعة | ٣,٥ | ٣٣ | ٦ |
| - الصناعة | ٢٢ | ٢٥ | ٢٨ |
| - الخدمات | ٧٤,٥ | ٤٢ | ٦٦ |
| الدخل الفردي بالدولار | ١٦,٤٠٠ | ١,٣٠٠ | ٥,٠٠٠ |

يتبع ←

[1] الناتج القومي (بليون دولار أمريكي) جميع الأرقام هي للمقارنة فقط وهي مأخوذة عن عدة مصادر وتقارير سنوية وقد لا تكون مطابقة تماماً.

| توزيع القوى العاملة ٪ | | | |
|---|---|---|---|
| - الزراعة | ٣,٥ | ١٤,١ | ٧,٤ |
| - الصناعة | ٢٢,١ | ١٦,٢ | ١١,٤ |
| - التجارة | ١٣,٩ | ١٨,٢ | ١٠,٥ |
| - البناء | ٦,٥ | ١٩,١ | ١٠,٠٠ |
| - النقل والاتصالات | ٦,٣ | ٤,٨ | ٨,٧ |
| - خدمات اخرى | ٤٧,٧ | ٢٧,٦ | ٥٢ |

المصدر: مصدر المعلومات عن إسرائيل والأردن هو كتاب الحقائق لوكالة الاستخبارات الأمريكية CIA إصدار ١٩٩٧ومصدر المعلومات عن الضفة الغربية وقطاع غزة هو الهيئة الفلسطينية المركزية للإحصاءات (ماعدا المعلومات حول الناتج القومي الإجمالي للقطاعات المختلفة فهي مأخوذة عن كتاب الحقائق المذكور أعلاه.

ويظهر الدخل الفردي العالي في إسرائيل وجود اقتصاد متقدم نسبياً عن باقي الدول في المنطقة قيد الدرس وكما سيظهر لنا في سياق هذا التقرير فإن الفرق الاقتصادي سيترك تأثيراً هاماً ومتناقضاً على تطور مصادر المياه. فعلى سبيل المثال أدّى توفر المياه السطحية الجارية لكامل المجتمع الإسرائيلي معظم الوقت إضافة إلى انتشار تطبيقات استخدام المياه إلى ارتفاع نسبة استهلاك الماء للفرد الواحد.

ومن جهة أخرى سمحت قوة الاقتصاد الإسرائيلي بتطور بنية تحتية وقيام أبحاث زراعية أدَّت بالنتيجة إلى التخفيف من كميات مياه الشرب التي كانت تستخدم للزراعة لكل هكتار ولكل وحدة إنتاجية. بينما بقي الأردنيون والفلسطينيون أقل حظاً في الوصول إلى مصادر مياه جارية معتمدة وإلى تطبيقات استخدامها وبالتالي قَلَّ استهلاك الفرد لديهم، ولكنهم ظلّوا يستخدمون مياه الشفة للأغراض الزراعية بسبب ضعف فعالية أنظمة الري وقلة المصادر البديلة (مثل المياه المستصلحة من محطات التنقية).

وتلعب الزراعة دوراً صغيراً نسبياً في الوضع الاقتصادي للمنطقة قيد الدرس (جدول ٢:١) ولكن وكما سيتبين لنا في الفقرة التالية ، تَعُدُّ الزراعة أكبر مستهلك للماء

ففي إسرائيل توفِّر الزراعة عملاً لما نسبته ٤% فقط من الأيدي العاملة وتُشكِّل ٣% من الناتج المحلي الإجمالي بينما تستهلك ٥٧% من المياه (دون ذكر المياه العادمة المستصلحة).

أما في الضفة الغربية وقطاع غزة فتوفِّر الزراعة عملاً لما نسبته ١٤% من القوى العاملة وتنتج ٣٣% من الناتج المحلي وتحتل نسبة ٦٤% من استخدامات المياه أما في الأردن فنسبتها في التشغيل ٧% وفي الناتج المحلي ٦% بينما يبلغ استهلاكها ٧٢% من المياه (بدون ذكر للمياه العادمة المستصلحة). لذلك فإن إدخال تحسينات على فعالية أنظمة الري وعلى إنتاج المحاصيل وتغيير الأنواع المنتجة (بما فيها تلك التي تزرع بعلاً) وزيادة استخدام المياه العادمة المستصلحة والمياه المالحة في الزراعة، أصبحت أموراً ضرورية لتقليص استخدامات المياه العذبة في الزراعة على حساب الحاجة المطلوبة لنمو قطاعات الاقتصاد الأخرى وتحسين ظروف المعيشة وصيانة البيئة الطبيعية.

إن طموحات الشعوب لتحقيق مقاييس الرفاه الاجتماعي والتقدم الاقتصادي هي طموحات طبيعية وتأتي مسألة المساواة الاقتصادية والنمو الاقتصادي في صلب الأهداف التي تسعى إليها مباحثات السلام الثنائية والمتعددة بين الأطراف في المنطقة. وهذا التوجه نحو التكافؤ الاقتصادي سوف يزيد من استهلاك المياه في الأردن وفي الضفة الغربية وقطاع غزة واضعاً بذلك المزيد من الضغط على مصادر المياه المحدودة أصلاً. لذلك لابد من اتخاذ تدابير لإدارة الطلب على المياه (كما سيرد لاحقاً في هذا التقرير) من أجل تقليل استهلاك المياه في إسرائيل دون التأثير على مستوى المعيشة ومن أجل تخفيف استهلاك المياه في إسرائيل وفي الأردن وقطاع غزة والضفة الغربية مع تحسين الظروف المعيشية للسكان وإذا لم يتم اتخاذ مثل تلك التدابير فإن النمو الاقتصادي في المنطقة قيد الدرس سوف يتأثر نتيجة لشحِّ المياه أو لارتفاع أسعارها.

كذلك تفتقر المنطقة قيد الدرس إلى مصادر أساسية للطاقة باستثناء بعض حقول الغاز المحدودة وبعض رواسب الزيت الحجري غير المستغل بعد. أما الكهرباء فيتم توليدها في المنطقة باستخدام الوقود الأحفوري الباهظ الثمن، وفيما عدا الانسياب الطبيعي لنهر اليرموك إلى قناة الملك عبد الله في وادي الأردن فإن جميع مصادر المياه

العذبة في المنطقة تحتاج إلى ضخٍ مكلف لأن معظمها يتواجد تحت سطح البحر (حوض نهر الأردن الأعلى) وعلى سبيل المثال تُستخدم نسبة ٧% من الطاقة الكهربائية في تحسين التزود بالماء في المنطقة قيد الدرس مثل تنقية المياه العادمة والتحلية والنقل التي تستهلك طاقة عالية.

## الجغرافية الطبيعية

تعد المنطقة ذات مناخ حار وجاف في الصيف، وتتألف جغرافيتها من ساحل جاف تمتد شرقه سلسلة من المناطق المرتفعة ذات الغابات الجافة والتي تتدرج شرقاً إلى شبه صحراوية ثم إلى الصحراء.

وكما تُظهر الصورة ٢ : ٢ فإن المنطقة قيد الدرس مقسمة إلى أراض شبه استوائية ذات أشجار خفيضة وإلى مناطق هامشية وصحراء. وفي الشمال تقع منطقة سهلية معتدلة وشبه صحراوية تمتد إلى الجنوب حتى حدود مصر والمملكة العربية السعودية، وتتاخمها دلتا النيل في الجنوب الغربي وتصل شرقاً حتى الحدود الفيضية لنهري دجلة والفرات اللذان ينقلان المياه من تركيا، ويجاور ساحلها على البحر المتوسط سهل متواصل عرضه ١٥ إلى ٢٥ كم ومغطى بشجيرات وغابات متناثرة.

وتربة السهل الساحلي هي تربة بنية رملية تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه والأسمدة لجعلها منتجة. ويرتفع السهل ارتفاعاً بسيطاً يصل إلى ٥٠ م فوق سطح البحر يتحول بعدها إلى أرضٍ عشبية منخفضة تغطيها تربة كلسية سوداء أو كستنائية اللون ثم تبدأ الأرض المنخفضة بالارتفاع لتكوّن سلسلة جبلية يبلغ معدل ارتفاعها ٦٠٠ م عن سطح البحر تتخللها قمم تصل إلى ١٠٠٠ م.

وقد تحولت معظم المنحدرات الجبلية الحادة إلى جبال جرداء، من جرّاء عوامل التعرية الحادة، أما تربة هذه الجبال فهي جيرية وسطحية وحجرية وتصلح فقط للرعي أو للزراعة اللاآلية.

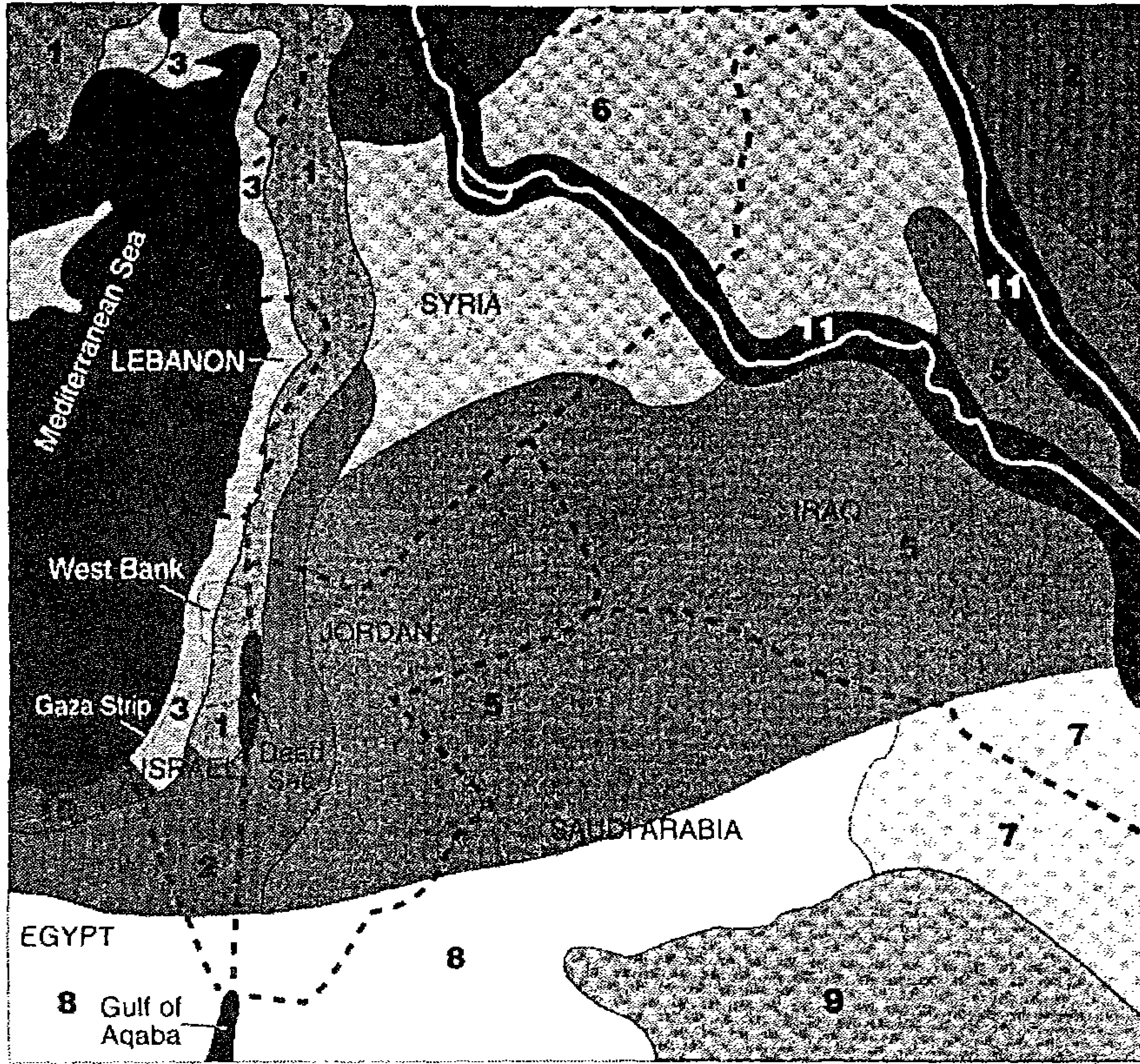
وفي الوديان الكبرى تصبح التربة غرينية صالحة للزراعة. وتقع الصحراء في الجهة الشرقية لهذه المرتفعات وترابها فقير وضعيف التطور.

والانتقال من المرتفعات إلى صدع الوادي أو الغور (جزء من حفرة الانهدام السورية الأفريقية) شرقاً يبدو حاداً مع هبوط الارتفاع من ٦٠٠ م فوق سطح البحر إلى ٤٠٠ م وثم إلى ٢٠٠ م تحت سطح البحر على مسافة ١٥ كيلو متر، ويحتوي الصدع الذي يعتبر امتداداً للصدع الكبير في أفريقيا على بحيرة الحولة، بحيرة طبريا أو بحر الجليل التي تقع على انخفاض ٢٠٠ م تحت سطح البحر وثم البحر الميت وهو أخفض نقطة في العالم ويصل إلى ٤٠٠ م تحت سطح البحر وتغطي أراضي الصدع تربة غرينية خصبة ولكنها تحتاج إلى كثير من الماء لتصبح منتجة زراعياً.

وإلى الشرق من الصدع، في الجهة الأردنية يصل ارتفاع الجبال إلى ١٠٠٠ م فوق سطح الوادي ويأخذ جزئها الغربي شكلاً يشبه الجرف حول الوادي وترتفع بعض قممها إلى أكثر من ١٠٠٠ م فوق سطح البحر. وتمتد هذه المنطقة إلى ٣٠-٥٠ كيلو متر عرضاً وهي مغطاة بغابات متناثرة وشجيرات منخفضة. أما تربتها فهي فقيرة عموماً باستثناء الجزء الشمالي منها حيث أدّى تحلل الصخور البازلتية فيها إلى تكوُّن تربة بنية غنية بينما تحتوي بعض وديانها الكبرى على تربة غرينية. وتتدرج هذه المرتفعات إلى منطقة صخرية منخفضة مغطاة بالحصى وليس لها نسبياً أية ملامح معينة، تمتد من ٥٠٠م إلى ٧٠٠ م فوق سطح البحر ويقتصر غطائها النباتي على شجيرات صغيرة. وتعتبر هذه المنطقة جزء من الصحراء شبه الاستوائية التي تؤلف الأجزاء الشرقية والجنوبية من المنطقة قيد الدرس.

من هنا نرى أن الجغرافية الطبيعية للمنطقة قيد الدرس هي جغرافية متنوعة جداً على الرغم من الانطباع العام عنها بأنها جافة، قليلة الغابات على الساحل وتمتد جبالها إلى منطقة صحراوية وشبه صحراوية.

أما تطور التربة والغطاء النباتي فيها فهو محدود في معظم المنطقة إذ أنه يتأثر بعوامل المناخ. وتشكل الأراضي الصالحة للزراعة نسبة ٢٠% من الأراضي غرب وادي الأردن و ١٠% من الأراضي شرقه.




صورة ٢:٢

1 = المنطقة المنخفضة المعتدلة: أعشاب تنمو على تربة سوداء وكستنائية اللون.

2 = المنطقة شبه الصحراوية المعتدلة: شجيرات ونباتات صغيرة وغليظة تنمو على تربة بنية اللون.

3 = منطقة غابات متناثرة شبه استوائية: صيف جاف ونباتات رفيعة وشجيرات تنمو على تربة بنية.

4 = منطقة قارية استوائية: منخفضة وانتقالية شتاءً، أراضي أعشاب وشجيرات تنمو على تربة رمادية.

5 = صحراء شبه استوائية: شجيرات صغيرة تشمل نباتات عصارية ونباتات قصيرة العمر تنمو على تربة بنية حمراء.

6 = منطقة منخفضة شبه استوائية: شجيرات صغيرة تنمو على تربة رمادية.

7 = أعشاب وشجيرات عشبية صغيرة تنمو على رمال وتربة غير ناضجة.

8 = صحراء استوائية: شجيرات ونباتات صغيرة تنمو على تربة غير ناضجة ورمال.

9 = صحراء استوائية: خالية من النباتات.

10 = منطقة قارية شبه صحراوية وشبه استوائية: شجيرات صغيرة تنمو على تربة رمادية.

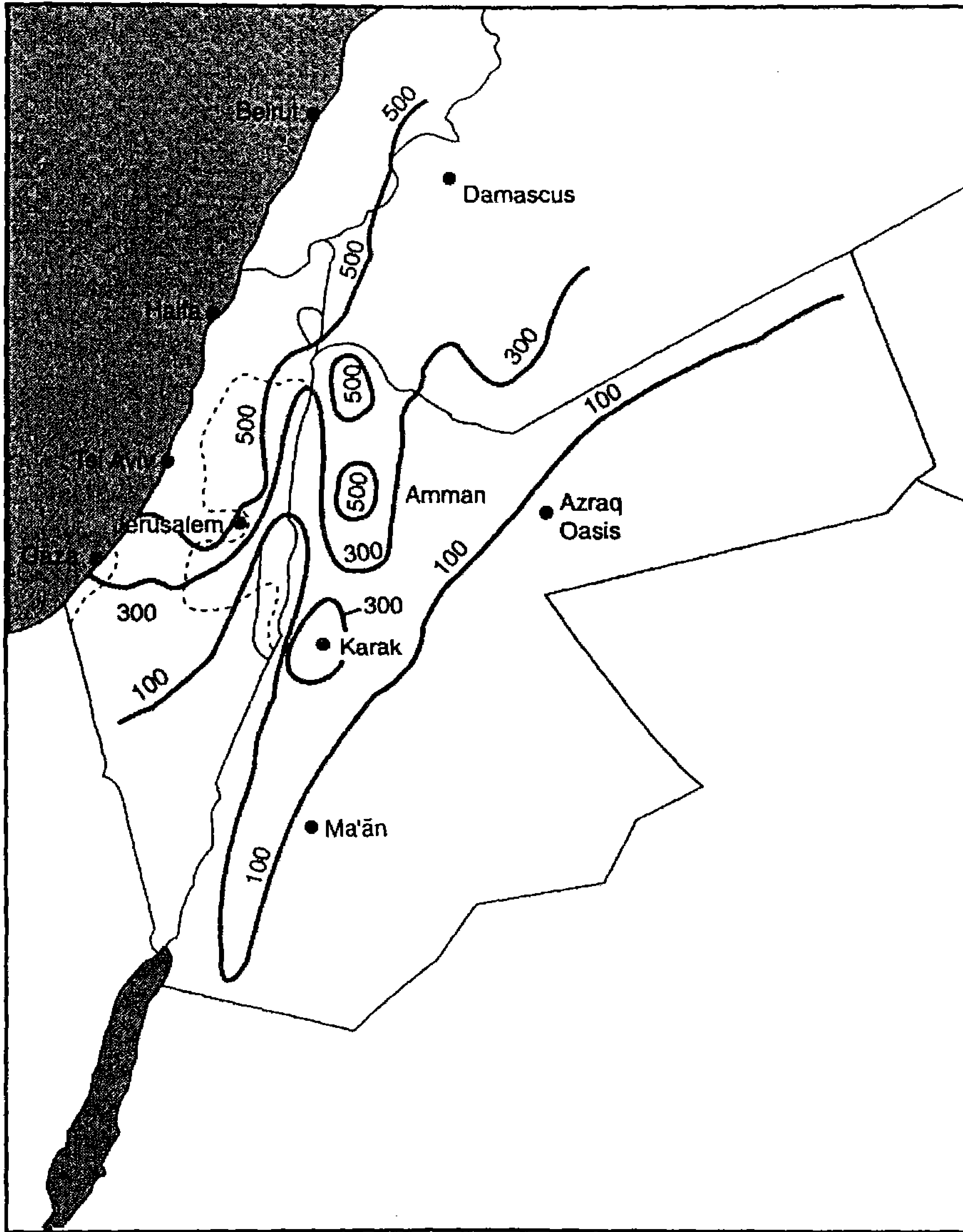
11 = منطقة فيضية للأنهار وممرات مائية.

# المناخ

تقع المنطقة قيد الدرس في بقعة انتقالية بين الجزء الحار والجاف من جنوب غرب آسيا وبين الجزء الرطب والأبرد نسبياً من إقليم البحر المتوسط وبالنتيجة فهناك درجة واسعة من الاختلاف الزمني والمكاني في معدلات الحرارة وسقوط الأمطار.

ويعتبر مناخ الجزء الشمالي الغربي من المنطقة متوسطياً عادياً يتخلله شتاءٌ ماطر وصيف حار وجاف بينما تعتبر الأجزاء الشرقية والجنوبية أكثر جفافاً مع درجات حرارة فصلية متطرفة. وتهطل الأمطار عادة ما بين شهري تشرين الثاني و آيار وتبلغ أشدّها في شهر كانون الثاني في المناطق الغربية وتتوزع الأمطار المتفرقة في الأجزاء الشرقية والجنوبية على مدى فصل الشتاء بينما تبقى فصول جافة تماماً في كل أجزاء المنطقة مما يتطلب ريًّا للمزروعات.

وتبين الصورة ٢:٣ متوسط هطول الأمطار السنوي في المنطقة قيد الدرس ويتراوح معدل سقوط الأمطار بين أقل من ٣٠ ملمتر في الأجزاء الجنوبية والشرقية إلى أكثر من ١١٠٠ مم في الأجزاء الشمالية الغربية أما معدلها في وسط وشمال المرتفعات الواقعة غرب وادي الأردن فيتراوح من ٢٠٠ مم إلى ٦٠٠مم وعلى ساحل المتوسط من ٣٠٠ مم إلى ٦٠٠ مم في الشمال. وفي المناطق الداخلية الجنوبية بين ٢٥ مم إلى ٢٥٠ مم سنوياً وتتلقى ٩٠% من المنطقة الواقعة شرق وادي الأردن أقل من ٢٠٠ مم من المطر سنوياً بينما يتلقّى اكثر من ٦٠% من المنطقة الواقعة غرب الوادي أقل من ٢٥٠ مم سنوياً وكما هو معروف في المناخات الجافة وشبه الجافة فإن هناك اختلافات ملموسة في كمية الأمطار خلال السنة.

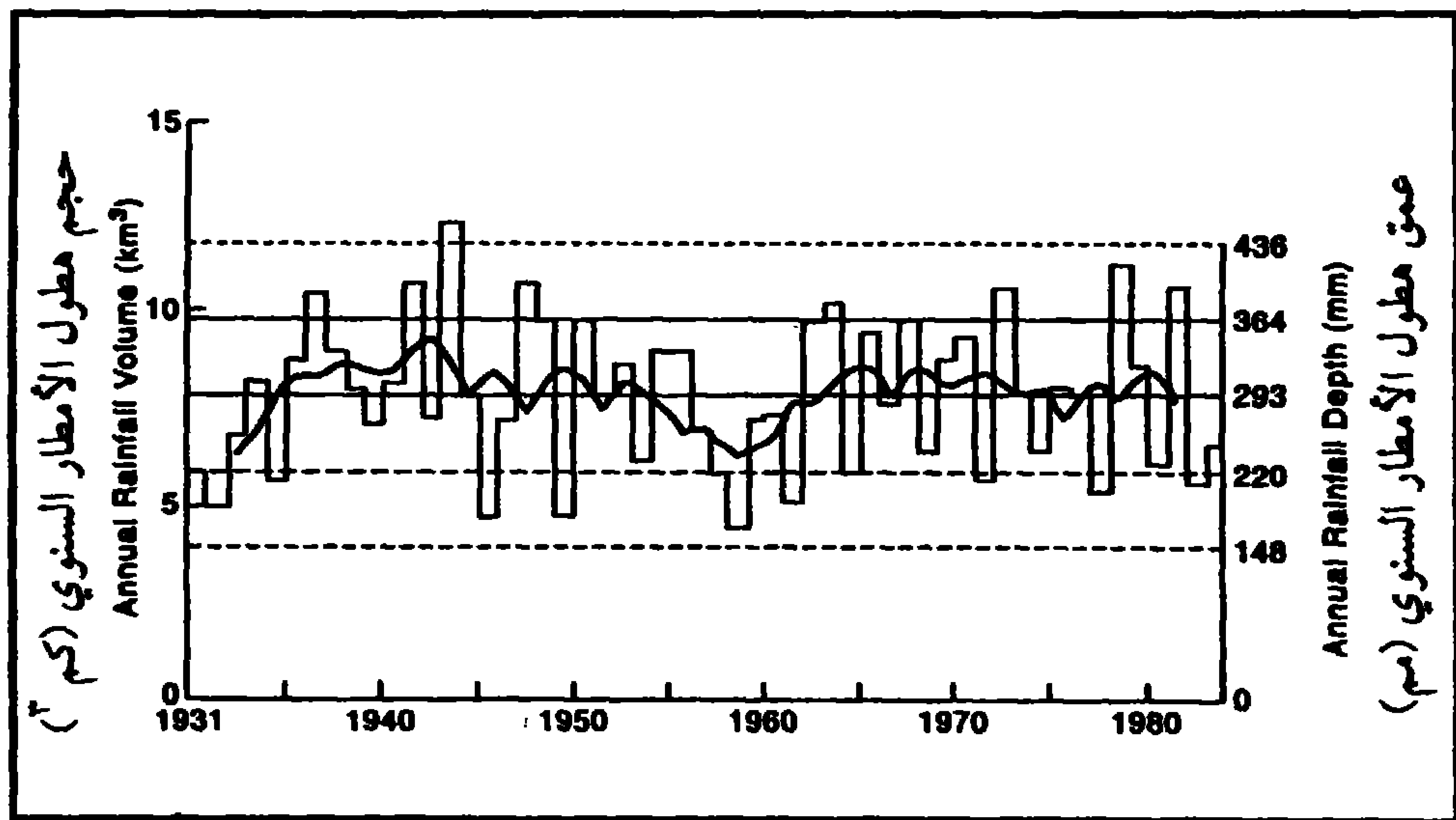



## الصورة ٣:٢

متوسط سقوط الأمطار في المنطقة قيد الدرس بالملمتر. ترتبط التغييرات المحلية بطبوغرافية المنطقة وتشمل مناطق تتلقى ١٠٠٠ مم من الأمطار سنوياً وهي غير محددة على الخريطة. لاحظ أن معظم المناطق تتلقى أمطاراً أقل من ٣٠٠ مم (١١,٨ إنش) في السنة. وللمقارنة فإن ثلثي أراضي الولايات المتحدة وأوروبا يتلقى أمطار بمعدل أكثر من ٣٠٠ مم سنوياً.

**مصدر معلومات الصورة: (سلامة وبنايان ١٩٩٣) (ووكالة الاستخبارات المركزية الأمريكية ١٩٩٣).**

وتظهر الصورة ٢:٤ اختلاف كميات الأمطار عبر الزمن. وهذا الرسم الذي يظهر معدل الهطول السنوي للأمطار في المنطقة التي تقع غرب وادي الأردن، يصلح لأن يكون نموذجاً لكل أجزاء المنطقة قيد الدرس ويبلغ معدل هطول الأمطار في السنين الرطبة ثلاثة أضعاف نظيره في السنين الجافة. ورغم أن متوسط هطول الأمطار لخمس سنوات متتالية يغطي ثلثي الاختلاف في الهطول من سنة إلى أخرى إلا أن نقص المعلومات عن مقدار مخزون المياه من سنة إلى أخرى (عدا عن المياه الجوفية) يجعل من هذا الاختلاف عاملاً أساسياً في أي خطة لتزويد المياه في المنطقة قيد الدرس.




صورة ٤ ٢

المعدل السنوي لهطول الأمطار في فلسطين/ إسرائيل بين الأعوام ١٩٣١- ١٩٨٤

- الخط المتواصل يربط بين متوسط هطول الأمطار لخمس سنوات.
- الخط الأفقي في الوسط يظهر متوسط هطول الأمطار بالتسلسل.
- الخط ذو الفواصل والأسفل (فواصل قصيرة) يبينان متوسط المطول ناقص أو زائد انحرافين قياسيين.

المصدر: ستانهيل ورابورت ١٩٨٨.

عادة ما تكون درجات الحرارة في الصيف مرتفعة في المنطقة قيد الدرس وتتراوح ما بين ١٨° س إلى ٣٢° باستثناء وادي الأردن حيث تصل الحرارة إلى ٤٥ه أحياناً. أما في الشتاء فدرجات الحرارة تتراوح ما بين ١٤ه س على طول ساحل المتوسط إلى ٩° س في المناطق المرتفعة بينما تصل في وادي الأردن إلى ٢٥° س خلال النهار وتنخفض إلى ٧ه أثناء الليل. وتسجَّلُ أحياناً درجات حرارة تحت الصفر في المرتفعات التي تزيد عن ٥٠٠ م فوق سطح البحر ولكن هذا الأمر نادر الحدوث في المناطق المنخفضة.

أما الإشعاع الشمسي فمرتفع جداً (٢٠- ٣٠ مليون جول/ م ٢/اليوم) في أشهر الصيف التي لا تظهر فيها الغيوم (نيسان إلى أيلول) في حين ترتفع نسبة تبخر المياه المكشوفة لتصل إلى ٧٠% من مجموع التبخر السنوي وهذا ما يعطي للمنطقة سمات صحراوية. وبناء على دراسة قام بها (كوهن وستانهيل) عام ١٩٩٦ فقد تبين أن التبخر الناتج عن أشعة الشمس في وادي الأردن الشمالي قد تراجع بشكل ملحوظ في الثلاثين عاماً السابقة نتيجة لزيادة التلوث في الهواء، فقد أثّر انخفاض حدة أشعة الشمس على كميات التبخر في المياه المكشوفة. وتأتي أهمية هذه الملاحظة من ناحية أن شمال وادي الأردن والمرتفعات المتاخمة له تعتبر أهم مصادر المياه في المنطقة قيد الدرس.

## الوضع المائي

غالباً ما تعود مياه الأمطار التي تهطل على الأرض مباشرة إلى الجو عن طريق التبخر أو تجري على السطح لتتجمع على شكل مياه سطحية أو تتسرب تحت الأرض. والمياه التي تتسرب تحت الأرض، تسحبها النباتات وتعود إلى الجو عن طريق النتح أو تغوص في أعماق الأرض لتصبح مياهاً جوفية. وتتحرك المياه الجوفية داخل الأرض لتظهر ثانيةً على السطح بشكل انهاراً وينابيعَ أو تصب في البحيرات أو في البحر. والإنسان هو الذي يغيِّر في هذه الدورة المائية من خلال استخدامه للمياه السطحية والجوفية وبنائه للسدود أو من خلال إعادة المياه إلى سطح الأرض أو داخلها على شكل مياه عادمة أو عن طريق إيجاد مياه عذبة إضافية بواسطة عمليات التحلية.

## هطول الأمطار والتبخر من خلال النتح

جاء في تقرير ستانهيل ورابا بورت (١٩٨٨) أن حجم الأمطار التي تهطل على الجزء الواقع غرب نهر الأردن يصل إلى ما يقارب ٧٩٠٠ م م٣ على أساس معدل سنوي للأمطار يبلغ ٢٩٣ مم وعلى مساحة تبلغ ٢٧٠,٠١١ كم٢. أما المنطقة التي تقع شرق الوادي فتصل كمية الأمطار فيها إلى ما يقارب ٨٥٠٠ م م٣ على أساس ٩٤ مم سنوياً وفوق مساحة تبلغ ٨٩,٩٠٠ كم٢. (سلطة المياه في الأردن، التقرير السنوي ١٩٩٦). ويبلغ مجموع الأمطار التي تهطل على المنطقة قيد الدرس ما يقارب ١٦,٤٠٠ م م٣ سنوياً وتستخدم نسبة بسيطة من هذه الأمطار مباشرة من قبل الإنسان. وتتسبب درجات التبخر العالية في المنطقة قيد الدرس إضافة إلى النتح الناتج عن النباتات في إعادة معظم هذه المياه مباشرة إلى الجو قبل أن تتمكن من التسلل إلى التربة (لإعادة تعبئة المياه الجوفية) أو أن تجري مباشرة إلى الوديان والأنهار والبحيرات (جريان مياه الأمطار).

ويمكن قياس درجات التبخر من الأجسام المائية المكشوفة، وقد تبين أنها تتراوح من ١٥٥٠ مم على ساحل المتوسط إلى ٤٤٠٠ مم سنوياً في شرق الأردن وهذه الكميات المتبخرة تتجاوز كثيراً كميات الأمطار التي تظهر في الصورة ٢:٣.

وفي معرض تقييم الموازين المائية في المنطقة نجد أن اعتماد قياسات تأثيرات التبخر الحقيقي والنتح يعطي معانٍ أفضل من قياسات التبخر من المياه المكشوفة. وقد تم استخراج معلومات مفيدة من قياسات وتقديرات عوامل أخرى في الدورة المائية مثل كميات الأمطار وإعادة تعبئة أو شحن المياه الجوفية وجريان مياه الأمطار على السطح وهذه التحليلات المبنية على قياسات مائية مأخوذة محلياً تشير إلى أن المعدل السنوي للتبخر في المنطقة قيد الدرس يتراوح بين ٥٠% إلى ١٠٠% من نسبة الأمطار.

وفي بعض الأجزاء الجافة من المنطقة قيد الدرس مثل الصحاري الجنوبية والشرقية تعود نسبة ١٠٠% من الأمطار إلى الجو من خلال النتح والتبخر ومن الواضح أن في مثل هذه المناطق لا يمكن تطوير موارد مستدامة للمياه إلا من خلال

اللجوء إلى مخططات هندسية مثل إعادة التعبئة الصناعية لمياه الأمطار الجارية، في جوف الأرض قبل تبخرها. أما في بعض الأجزاء من المنطقة قيد الدرس مثل المرتفعات الرطبة المتاخمة لوادي الأردن فتعود نسبة ٧٠% من مياه الأمطار إلى الجو من خلال التبخر والنتح. وعلى سواحل البحر المتوسط ذات التربة الرملية المسطحة، تنخفض نسبة التبخر إلى ٥٠% وهنا في هذه المناطق يمكن تطوير موارد مياه مستدامة من خلال استخدام مياه الأمطار التي لم تتبخر. وفي المنطقة الواقعة غرب وادي الأردن تتوفر نسبة أقل من ٢٥ % من مياه الأمطار سنوياً للاستخدام البشري فيما تتوفر نسبة ١٠% فقط من هذه الأمطار في المنطقة الواقعة شرق الوادي (الوشاح ١٩٩٢). وبشكل عام لا يتوفر في كل المنطقة أكثر من ١٧% من الكمية البالغة ١٦,٤٠٠ م م$^3$ والتي تهبط سنوياً ، كمصدر متجدد للمياه (انظر إلى ملخص النقاش حول المياه المتوفرة في المنطقة في الأسفل) وهذه المياه تظهر على شكل مياه جوفية أو مياه جارية.

## المياه الجوفية

تتحول مياه الأمطار التي تتسرب إلى الأرض وتنفذ إلى منطقة الجذور إلى مياه جوفية وتسمى هذه العملية إعادة التعبئة أو الشحن. وتختلف درجات الشحن باختلاف شدة الأمطار مكاناً وزماناً واختلاف الظروف المناخية الأخرى كما تتأثر الاختلافات المكانية بالصفات الجيولوجية والشكلية لجغرافية المنطقة.

وتعتبر المناطق التي تحتوي تربتها الداخلية على صخور نفاذةٍ للماء أفضل المناطق ملائمة لإعادة شحن الأحواض الصخرية التي تُخزِّن الماء وتنقله. ومن هذه الصخور الجير والبازلت والدولوميت والحجر الرملي، كذلك يساعد وجود طبقات رملية على زيادة نفاذية التربة للماء. وتتلقى الأحواض الصخرية الواقعة في الأراضي المنبسطة كمية أكبر من المياه بسبب انخفاض فرص حصول جريان سريع لمياه الأمطار. وفي بعض أجزاء السهول الساحلية من المنطقة تنفذ نسبة ٥٠% من مياه الأمطار إلى الأحواض الصخرية لإعادة تعبئتها إلا أن القسم الأكبر من التعبئة يتم في مناطق المرتفعات حيث الأمطار أكثر غزارة وتتلقى الأحواض الصخرية الجيرية والرخامية (دولوميت) الواقعة أسفل المنطقة المرتفعة على جانبي وادي الأردن نسبة ٣٠% من

مياه الأمطار وهذه الكمية تشكل ثلثي ما يعاد تعبئته من مياه الأمطار في الأحواض الصخرية. أما المناطق ذات التعبئة العالية والتي تتوفر فيها المياه الجوفية بكثرة فهي عامة تلك المناطق التي يزيد فيها معدل الأمطار عن ٣٠٠ مم سنوياً.

ويقدر مجموع معدل التعبئة في المنطقة قيد الدرس بما يقارب ١٥٣٤ م م٣. وتشترك إسرائيل والضفة الغربية بنسبة ٦٧٩ م م٣ من هذه الكمية في أحواض صخرية مختلفة تقع بينهما بينما تحصل إسرائيل على ٤٥٥ م م٣ وقطاع غزة على ٥٥ م م٣ والأردن على ٣٤٥ م م٣. وقد تم نقل هذه المعلومات عن تقرير جمعته مجموعات العمل المتعددة الأطراف حول مصادر المياه (CES- GTZ, 1966 p.2-6) يقدم معلومات متطابقة عبر المنطقة قيد الدرس. وتؤكد هذه المعلومات وجود ٢٢٠ م م٣ من المياه المالحة، وهذه الكميات مأخوذة عن المعدل السنوي المستدام للضخ من الأحواض الصخرية. ويشمل جزء من هذا الضخ مياهاً مالحة في إسرائيل والضفة الغربية. أما في غزة فمعظم المياه تعتبر مالحة بسبب تسرب مياه البحر والأسمدة والأملاح إلى أحواضها. وتقدر كمية شحن الأحواض الصخرية بما يقارب ١١٣ م م٣. أما في الأردن فالمعلومات مأخوذة عن تقديرات ضخ المياه العذبة. وفي الأردن تحتوي بعض أجزاء الأحواض الصخرية مثل تلك الموجودة في وادي الأردن على مياه مالحة نتيجة لحركة المياه إلى أعلى أو نتيجة للأنشطة الزراعية المختلفة. لذلك فإن ما يقارب ٧٠ م م٣ من هذه المياه قد أضيف إلى كميات التعبئة بدافع مقارنة هذه الأرقام مع الأرقام الإسرائيلية والفلسطينية. وقد بقيت اللجنة على علم بأن هناك تقديرات مختلفة عن هذه الأرقام ولكنها اضطرت لاستخدامها لإعطاء صورة تقريبية عن الوضع. وتتحرك المياه الجوفية من مناطق التعبئة إلى مناطق الضخ وتتواجد هذه المياه عادة في المناطق المنخفضة كالسواحل والأغوار والمنخفضات الداخلية، ويشمل ضخّها أيضاً الأنهار الجارية والينابيع والمياه المتسربة إلى الأجسام المائية المكشوفة مثل البحر الأبيض المتوسط وبحيرة طبريا والبحر الميت.

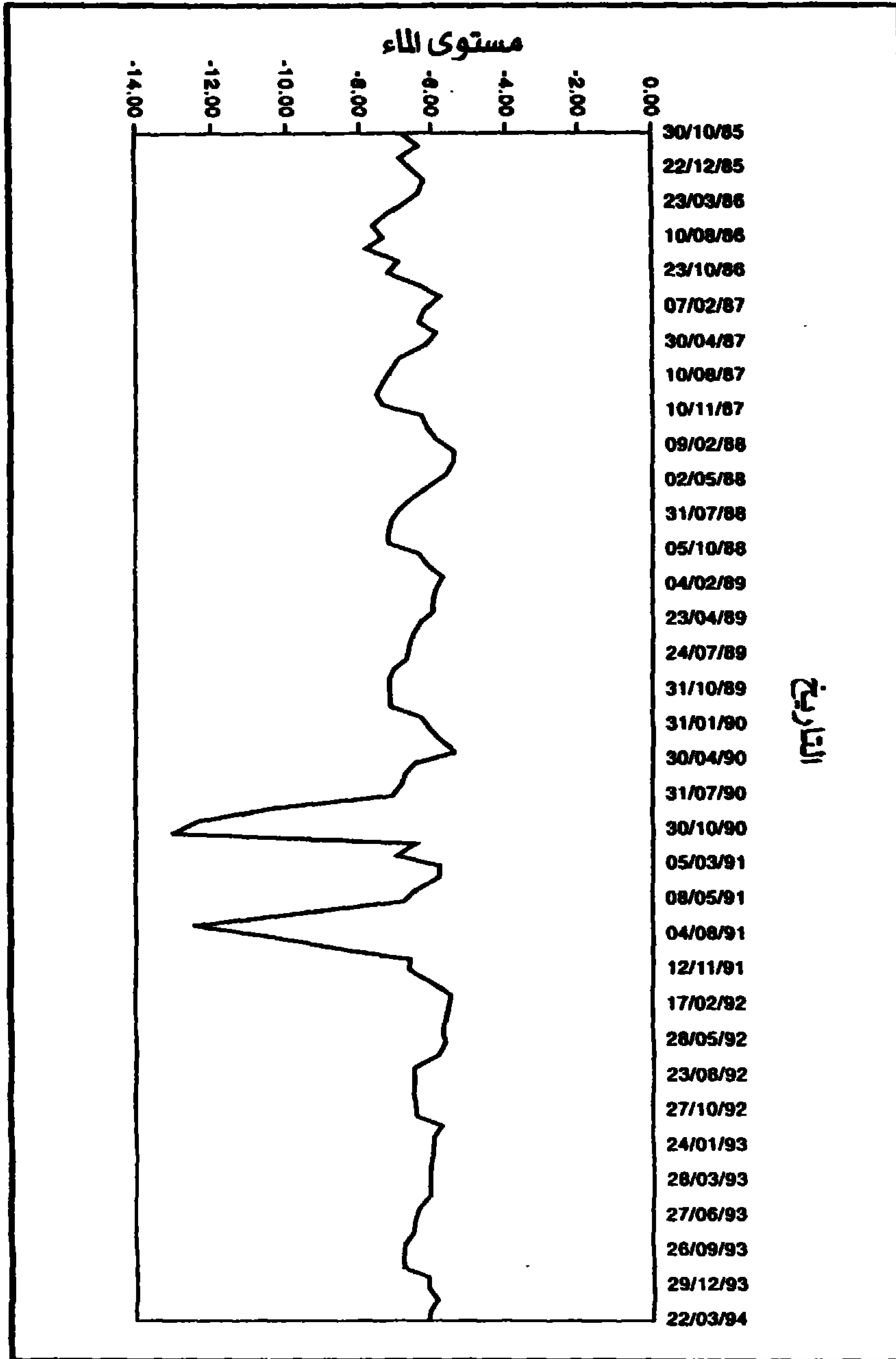
ضمن الظروف الطبيعية العادية، تبقى الأحواض الصخرية في حالة توازن متحرك. أما في فترات الشحن (تشرين أول إلى أيار)، فتزداد كميات المياه التي تصل إلى خزانات هذه الأحواض ويرتفع مستوى الماء ويشتد الضغط داخل الأحواض مما يؤدي إلى ازدياد الضخ الطبيعي على شكل أنهر وينابيع. أما في الفترة التي تتوقف

فيها التعبئة فيحصل انخفاض على مستوى المياه ويخف الضغط الطبيعي وقد يتوقف في بعض الحالات. وعلى المدى الطويل، وفي ظل غياب أي تدخل بشري تتساوى كميات التعبئة مع كميات الضخ وتبقى الكمية المخزنة في الأحواض على ما هي رغم تذبذبها المتواصل.

لقد غيرَّ الإنسان كثيراً من هذا التوازن الطبيعي من خلال الضخ من الآبار على الرغم من أن الآبار الارتوازية في بعض أجزاء حوض اليرموك الصخري تسد مكان الضخ بسبب ارتفاع ضغط الماء في الحوض. وتقل إنتاجية الحوض كلما ازداد الضخ وتزيد كلما زاد التخزين. وتتوازن المياه الجوفية في الحوض من خلال زيادة التعبئة وهبوط الضخ الطبيعي أو عندما يؤدي النقص في خزان الحوض إلى تقليص نسبة الضخ. وقد تزداد التعبئة عندما تفقد الصخور المشبعة بالماء رطوبتها إلى الخزان لإعادة تعبأته ولكن هذه الظاهرة تعتبر قليلة الأهمية في مجمل التوازن المائي لأحواض المنطقة قيد الدرس.

يظهر النقص في المياه الجوفية نتيجة للضخ الجائر، موثقاً بشكل جيد في المنطقة قيد الدرس. فاختفاء الينابيع في حوض الأزرق وجفاف السواقي التي تغذي نهر اليركون سنوياً بالمياه وغيرها الكثير، يأتي دليلاً واضحاً على تأثير الضخ الزائد على المياه الجوفية. ونستدل من هنا أن العلاقة بين المياه السطحية والجوفية هي علاقة مترابطة ولا يجب اعتبار كل منهما مصدراً مستقلاً. فعلى سبيل المثال تصب في بحيرة طبريا كميات من المياه الجوفية تقارب ١٧٥ م م$^{3}$ سنوياً (جدول ٢ :٢) ولكن تطور الأحواض الصخرية حول البحيرة أدّى إلى تقليص هذه الكميات وبالتالي إلى نقص في كمية المياه السطحية المتوفرة، ولكن على الرغم من أن العلاقة بين المياه السطحية والجوفية مفهومة تماماً إلا أنها لا تظهر بوضوح في حسابات إدارة المياه والتخطيط في المنطقة قيد الدرس.

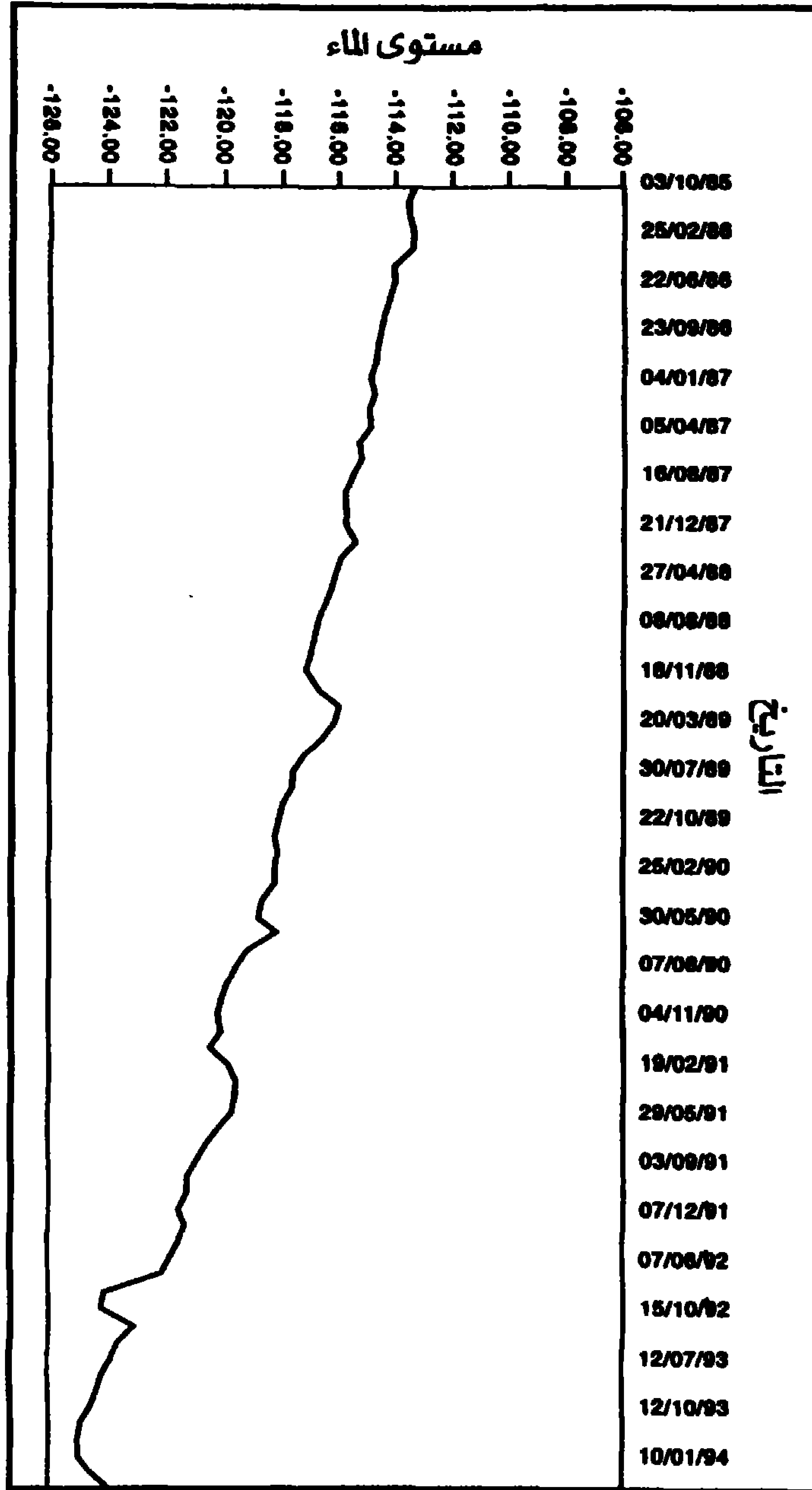
وحين لا يزيد السحب من الأحواض عن درجة تعبأتها فإن النقص الحاصل يمكن تداركه من خلال تخفيف الضخ الطبيعي (الينابيع). ولكن عندما يزيد السحب عن الكمية التي تدخل خزانات الحوض، يظهر خطر تفريغ الحوض. وتظهر الصور ٢:٥ و ٢:٦ تذبذب مستوى الماء في بئرين في المنطقة قيد الدرس، البئر الأول يمثل حوضاً صخرياً حافظ على استقرار مخزونه لأمد طويل والآخر لبئر يعاني من جفاف مستمر.




صورة ٢:٥

تذبذت المياه في بئر مستقر المنسوب

المصدر: سلطة المياه في الأردنالمصدر: سلطة المياه في الأردن




صورة ٦:٢

تذبذب المياه في بئر مستنزف

المصدر: سلطة المياه في الأردنالمصدر: سلطة المياه في الأردن

الصورة ٢:٥ الحالة الأولى تظهر دائرة سنوية متكررة حيث يهبط مستوى الماء خلال فترة الضخ الطبيعي أو عدم التعبئة (الشحن)، وحيث أن معدل الضخ لا يزيد عن معدل التعبئة فإن النقص الحاصل خلال فترة الضخ يتم استبداله. أما الحالة الثانية (٢:٦) فعلى الرغم من ارتفاع مستوى الماء خلال فترة التعبئة إلا أن الكمية المستبدلة لا تكفي لتغطية العجز وخلق التوازن، لذا يستمر مستوى الماء في الهبوط مظهراً استمرار تفريغ الخزان. وتوجد سجلات مشابهة لهذا الوضع في إسرائيل وقطاع غزة والضفة الغربية.

وكما توضح الصور ٢:٥ و ٢:٦ فإن الأحواض الصخرية في المنطقة قيد الدرس تعمل كخزانات للمياه الجوفية تسمح باستخدامها خلال السنة وتحمي المنطقة من الجفاف. ويبلغ حجم المياه المخزّن في هذه الأحواض عدة بلايين من الأمتار المكعبة. وعلى الرغم من أن التفريغ الحاصل للمياه الجوفية حالياً يشكل نسبة مئوية بسيطة من مجموع المخزون إلا أنه يقدم دليلاً على عدم استدامة مصدر المياه. فقد زاد ضخ المياه الجوفية في قطاع غزة من ٢- ١٨م م$^{٣}$ سنوياً عن كمية التعبئة وهذه الكمية التي تُفقد نتيجة للضخ الزائد تمثل كمية المياه التي يفقدها المخزون بشكل مستمر سنوياً.

وعلى مدى العشرة سنوات السابقة ظلت درجة الضخ من حوض الديسي في الأردن تفوق كثيراً درجة تعبئته، (هذا إذا كان هناك أية تعبئة) مما أدّى إلى فقدان المخزون وانخفاض مستوى المياه إلى ما يقارب ٨٠ م، وإذا ما استمرت درجة الضخ تزيد على درجة التعبئة فإن مستوى الماء في الخزان سيهبط إلى درجة لا يعود بعدها استخراج الماء مُجد اقتصادياً. ومع ذلك فإن إحدى التبريرات التي تساق لزيادة الضخ في هذه الأحواض ولمدة قصيرة، تقول أن هذا الأمر يسمح بتطور اقتصاد غير زراعي في منطقة محلية إلى حين إتمام عملية نقل تلك المنطقة إلى اقتصاد مستدام في المستقبل، وخلال هذا الوقت تستمر الزراعة غير المستدامة بشكل مؤقت.

يبرز موضوع احتمال حدوث سنين جفاف لدى مخططي شؤون المياه كأمر مساوٍ في الأهمية لموضوع الأحواض الصخرية فعلى الرغم من أن حدوث جفاف في

إحدى السنين يترك أثراً حاداً على توفر المياه السطحية إلا أن تأثيره على المياه الجوفية يبقى ضئيلاً بسبب مخزونات الأحواض الصخرية, لذلك يزداد ضخ المياه الجوفية خلال فترة الجفاف لتعويض النقص في المياه السطحية. وإذا ما استمر الجفاف لسنة أو لسنتين فقط فإن أمطار السنين القادمة يمكنها أن تعوّض ما فقد من مخزونات المياه الجوفية نتيجة للضخ الزائد أو لنقصان التعبئة. ولكن استمرار الجفاف لعدة سنين قد يؤدي في النهاية إلى استنزاف خطير للمياه الجوفية وعواقب قصيرة وطويلة الأمد على مصادر المياه، لذلك فإن من المهم عند أي تخطيط لمصادر المياه أن يحسب حساب الأمور المجهولة أو غير المتوقعة مثل وقوع سنين جفاف أو حدوث تغييرات مناخية، وهنا قد يصلح استخدام تقنيات التقريب والتشبيه من أجل استخدامها في وضع أولويات تخصيص مصادر المياه المستدامة لعدة تصورات وسيناريوهات للجفاف.

## المياه السطحية

تقدر كميات المياه السطحية في المنطقة قيد الدرس بمعدل يقارب ١٤٢٩ م م٣ سنوياً. وهذه الأرقام مبنية على تقديرات معدلات سنوية في كل من بلدان المنطقة، منها ١٣٠٠ م م٣ في حوض الأردن (GES- GTZ 1996) و ٤٧ م م٣ في الأحواض الداخلية للأردن (سلامة وبنايان ١٩٩٣) و ٨٠ م م٣ في الأحواض الساحلية في إسرائيل (GES- GTZ 1996) و٢ م م٣ في قطاع غزة (سلطة المياه الفلسطينية). وتختلف درجات الجريان في المنطقة قيد الدرس اختلافاً كبيراً من سنة أخرى ففي سنين الجفاف يصل معدل الجريان السنوي في حوض الأردن إلى ٤٢٠ م م٣ أما في السنين الماطرة فيرتفع إلى ٢٤٦٠ م م٣ (جدول ٢:٢، GES- GTZ 1996) كذلك تم تسجيل عدة اختلافات ضمن السنة الواحدة مع ارتفاع درجة الجريان خلال الشهور الماطرة (تشرين أول- أيار).

وتتألف المياه الجارية من عاملين هما الجريان القاعدي وجريان مياه الأمطار، والمياه الجوفية التي تخرج من الأرض طبيعياً أو تتسرب إلى مجاري السيول والأنهار هي التي تشكل الجريان القاعدي والذي يظل متدفقاً حتى خلال الفصول الجافة من السنة. والأنهار الدائمة ذات الجريان القاعدي موجودة فقط في الجزء الشمالي

الغربي من المنطقة قيد الدرس حيث ترتفع درجة تعبئة المياه الجوفية وبالتالي ضخّها الطبيعي وتشمل هذه الأنهار نهر اليرموك وروافده ومنها نهر دان، وكما بيّنا سابقاً فإن بعض هذه الأنهر لم تعد تجري خلال فصل الصيف بسبب انخفاض ضخّها الطبيعي من المياه الجوفية نتيجة للضخ من الآبار، ويبدو أن هذا الأمر كان مخططاً له كجزء من استراتيجية لتطوير فعالية مصدر المياه إلا أن هذا التخطيط تجاهل استخدامات هذا المجرى المائي من قبل الحيوانات والنباتات التي تعيش حوله مما تسبب في ترك أثرٍ سلبي عميق على التنوع البيولوجي المحلي.

وبسبب حساسية الجريان القاعدي لضخ المياه الجوفية فإن الجريان السطحي (١٤٢٩م م$^3$) ودرجة تعبئة المياه الجوفية (١٥٣٤ م م$^3$) يتداخلان في الأرقام ولا يمكن إضافتهما معاً، وهذه الحقيقة تعتبر هامة جداً في اعتبارات التخطيط المائي وخاصة في المنطقة الشمالية التي تُستخدم تجمعات مياهها كمصدر رئيسي للمياه للمناطق الجنوبية الجافة والتي يتم نقلها عبر الناقل القطري وقناة الملك عبد الله.

يجب تطوير مصادر المياه السطحية والجوفية تطويراً مشتركاً وليس كمصادر منفصلة عن بعضها البعض. ولا تتوفر للأسف دراسات ثابتة لكميات الجريان القاعدي في المنطقة مما أعاق الجهود لتحديد كميات المياه المتوفرة والتنبوء بعواقب الضخ على مخزونها.

أما مياه الأمطار أو الجريان الفيضي فهي العامل الآخر في تكوين الأنهار والسيول. والأنهار التي تجري في الجزء الشمالي الغربي من المنطقة قيد الدرس حيث تزيد كميات هطول الأمطار عن ٥٠٠ مم سنوياً تحمل في مجاريها معظم جريان الأمطار السنوي ولكن كمية الجريان هذه لا يمكن معرفتها بدقة بسبب اختلاف توزيع الأمطار وكمياتها وتذبذبها وبسبب عدم وجود مقاييس لتحديد كمية المياه التي تجري في الوديان الرافدة لهذه الأنهار.

وباستثناء السنين الغزيرة الأمطار فإن ما يقارب نصف الجريان المائي في الجزء الشمالي الغربي الرطب في المنطقة قيد الدرس يتم حجزه في سدود ومجمعات تستخدم لاحقاً كموارد للمياه. وتقدر كمية الجريان في الأودية والسيول التي تسيل

بدون انتظام بما يقارب ١٠٠ م م$^3$ وقد تمت مناقشة التطورات الإضافية لهذه الكمية في الفصل ٥ تحت عنوان "حول المصادر المائية".

وعلى عكس الجريان القاعدي فإن جريان مياه الأمطار قد ازداد بسبب تدخل الإنسان. فمن المعروف أن الجريان يزداد عموماً على الطرق المعبدة وعلى أسطح المنازل أكثر من المجاري الطبيعية، ولعل هذا الأمر يخلق فرصة لتطوير مصادر إضافية للمياه إذ تساهم مناطق التجمعات الحضرية في زيادة تركيز المياه وتجمعها كما تساهم بعض مياه الفيضانات الطبيعية في تعبئة الأحواض الصخرية التي تقع أسفلها وخاصة في الأودية التي ترفد منطقة الصدع في وادي الأردن لذلك لا يمكن اعتبارها مصدراً بعيداً عن المياه الجوفية. وبشكل أهم فإن انتشار مياه الأمطار وتوزعها على مئات من الأودية والسواقي الصغيرة، إضافة إلى تذبذبها من سنة إلى أخرى يجعل من غير العملي إقامة سدود تحجز هذا الجريان. كذلك فإن حجز مياه السيول يترك آثاراً سلبية على كميات المياه في المجاري السفلى وعلى أنظمة البيئة حولها.

وبسبب الطبيعة المؤقتة للمياه السطحية فإن هذا المصدر المائي يحتاج إلى تخزينه لزيادة فعالية استخدامه في تزويد المياه. فبحيرة طبريا بحيرة طبيعية أصبحت تدار بطريقة فعالة لاستخدام مجاري المياه في أعالي حوض نهر الأردن. كذلك أنشئت عدة سدود على الأودية المتجهة غرباً نحو أسفل نهر الأردن وأضخم هذه السدود هو سد الملك طلال المقام على نهر الزرقاء. أما نهر اليرموك فعلى الرغم من أن مياهه لم تحجز بعد إلا أن جزءاً منها قد تم تحويله إلى بحيرة طبريا والجزء الآخر إلى قناة الملك عبد الله. وتزود هذه السدود والتحويلات المقامة على حوض نهر الأردن ثلث المياه المستخدمة في المنطقة قيد الدرس. ونتيجة لهذه العمليات فقد انخفض مجرى نهر الأردن السفلي من ١٤٠٠ م م$^3$ إلى ٣٠٠ م م$^3$ سنوياً (سلامة وبنايان ١٩٩٣) أما المياه التي ظلت تصب في النهر فتأتي من الحقول المروية المجاورة ومن الينابيع المالحة ومن مياه الأمطار في السنين الماطرة.

من ناحية أخرى يمكن اعتبار انخفاض المنسوب في أسفل نهر الأردن كنتيجة إيجابية لتطوير مصادر المياه في أعلى الحوض بما فيه تأمين نقل ٦٢٠ م م$^3$ عبر الناقل

القطري الإسرائيلي و ١٢٠ م م[٣] عبر قناة الملك عبد الله، إضافة إلى سحب مياه إضافية من نهر اليرموك على الجانب السوري. ومن ناحية أخرى فقد أدى هذا الانخفاض في المنسوب إلى تأثيرات سلبية كبيرة على الكائنات النباتية والحيوانية أسفل النهر إضافة إلى انخفاض مستوى مياه البحر الميت.

## مصادر المياه الأخرى

ترك الإنسان تأثيراً كبيراً على الدورة المائية الطبيعية في نواحٍ أخرى فقد غيّرت عمليات الضخ من تدفق الأنهار والينابيع وأفسدت نوعية المياه. وتعتبر الدرجة التي وصلت إليها مسألة إعادة استخدام المياه العادمة كإحدى السمات الفريدة للوضع المائي في المنطقة قيد الدرس، فقد ساهمت المياه العادمة المستصلحة بما يقارب ٢٧٢ م م[٣] كدعم للقطاع الزراعي، طبعاً مع الأخذ بعين الاعتبار وبشكل أساسي نوعية هذه المياه. ويناقش الفصل الخامس في التقرير تحت عنوان (تنقية المياه العادمة) استخدامات المياه العادمة حالياً وإمكانية استخدامها في تزويد المياه في المستقبل.

وفي بعض الحالات تحتوي بعض الأحواض الصخرية التي تقع تحت منطقة دوران المياه الجوفية، على مياهٍ عذبة وتسمى هذه بالأحواض الأحفورية التي لا تتجدد مياهها. ولا يمكن الإدعاء بأن هذه الأحواض مستدامة لأنها لا تجدد مياهها أو تتلقى القليل من المياه ومع ذلك فإن هذه الأحواض تحتوي على بلايين الأمتار المكعبة من المياه، وتشير التقديرات إلى أن ما يضخ من هذه الأحواض الأحفورية في المنطقة قيد الدرس يبلغ ٩٥ م م[٣]. ويبحث الفصل الخامس تحت عنوان رصيد المياه الجوفية نتائج هذا التوجه وتفاعلاته.

كذلك أوجد الإنسان من خلال محطات التحلية الصناعية مياهاً عذبة جديدة. ورغم أن هذا المصدر للمياه ما زال هامشياً في المنطقة قيد الدرس إلا أن الإمكانيات التي ينطوي عليها سيتم بحثها في الفصل الخامس تحت عنوان تحلية المياه المالحة. وهناك مصدر آخر لم يتم مناقشته في هذا التقرير وهو استيراد المياه من خارج المنطقة قيد الدرس إلا أنه مصدر لم يستخدم بعد في المنطقة، ولكن بعض توجهاته المختلفة

ستناقش بشكل مفصل في الفصل الخامس تحت عنوان استيراد المياه العذبة من خارج المنطقة وقد كان هذا الموضوع عرضة للتحليل في تقارير الخطط الجديدة الموضوعة للمنطقة حالياً مثل خطة (بسواس وآل ١٩٩٧).

## نوعية المياه والملوحة

أهم المتطلبات التي يفرضها مبدأ استدامة تزويد المياه هو أن تكون المياه ذات صفات بيولوجية وكيميائية وفيزيائية مناسبة لهدف استخدامها. وفي بعض الأحيان تكون الصفات التي تساهم في جعل المياه غير مناسبة للاستخدام صفاتاً طبيعية مثل الملوحة في بعض الينابيع أو قد تكون من فعل الإنسان مثل المياه الملوثة بالمواد السامة والناتجة عن نشاط إنساني. وتبرز المعالجة هنا كسبيل لتحويل أي مصدر سيء للمياه إلى مياه مناسبة وتشمل المعالجة كثيراً من الطرق آخرها هي طريقة تحلية مياه البحر. وغالباً لا يدفع الملوثون تكاليف التنظيف التي تعكس عدم الفاعلية ويتحملها دائماً مستخدمو المياه في أسفل مجرى المياه أو كما هي الحال في المياه الجوفية، المستخدمون من الأجيال القادمة. وموضوع معالجة المياه التي يتسبب الإنسان في تلويثها غالباً ما تثير مواضيع الفعالية الاقتصادية والمساواة في الحقوق بين الجيل الواحد وعبر الأجيال. وتحدد الصخور التي تتحرك بينها المياه، الطبيعة الكيميائية لهذه المياه وتتكون بعض الأحواض من صخور جيرية سهلة الذوبان لذلك تحتوي المياه الجوفية التي تمر بينها على كميات كبيرة من المواد لصلبة الذائبة بينما تتكون أحواض أخرى من صخور غير ذائبة كالرمل والحجر الرملي وتحتوي مياه هذه الصخور على نسبةٍ أقل من المياه الصلبة الذائبة. وتؤثر النشاطات الإنسانية التي تجري في مناطق تعبئة المياه الجوفية كثيراً على نوعية المياه فالأسمدة والمبيدات الحشرية والتسريبات التي تدخل إلى التربة من مكبّات النفايات إضافة إلى النفايات المنزلية ونفايات المصانع، كلها تؤدي إلى تلويث الأحواض الصخرية.

ولم يتم التعرف على تلوث المياه الجوفية أو المياه القريبة من السطح كنتيجةٍ للنشاطات الإنسانية إلا حديثاً فقبل عام ١٩٨٠ ساد الاعتقاد بأن الأتربة تعمل كمصافي لمنع المواد الضارة من الدخول إلى المياه الجوفية وترسبها على السطح أما

اليوم فقد أصبح من المعروف أن للأتربة وغيرها من الطبقات المعترضة قدرة محدودة على تصفية وإعاقة المواد من تلويث الأحواض (NRC 1993) وتعتبر معالجة المياه الجوفية من الداخل أمراً مستحيلاً بسبب الطبيعة الدورانية للمياه وبطء تحركها لذا فإن حماية نوعية المياه الجوفية تشكل عنصراً هاماً جداً في مسألة استدامة التزود بالمياه.

وتحتوي الأحواض الصخرية التي تقع أسفل منطقة دوران المياه الجوفية على مياهٍ مالحة كما هو الحال في الأحواض المتاخمة لمياه البحر. وقد تسبب ضخ المياه من أحواض المياه العذبة إلى تحرك المياه المالحة لملء مكانها. والتلوث بالمياه المالحة أمر صعب الإصلاح أو المعالجة ويؤثر كثيراً على استدامة التزويد بالمياه.

وتتحدد نوعية المياه السطحية كيميائياً من خلال نوعية العاملين الذين تتشكل منهما وهما الجريان القاعدي وجريان مياه الأمطار. والمياه الجوفية التي تتسرب إلى الأنهار تأتي من خلال مسارب طويلة بين الأتربة لذا تأتي محملة بتركيزات كبيرة من المواد الصلبة الذائبة. وتتألف المواد الذائبة في الجريان القاعدي عادةً من مواد طبيعية مشتقة من الصخور التي تكوّن الحوض الصخري مثل الكالسيوم والماغنيزيوم والبيكربونات والحديد، أما مياه الأمطار فتتكون عادة من تركيزات منخفضة من هذه المواد بسبب عدم احتكاكها بالصخور ولكن جريانها مع ذلك قد يحتوي على ترسبات كثيرة وخاصة عندما يمُر بأراضٍ صخرية أو زراعية. ومن هذه الترسبات النترات والفسفور وغيرها. كما أن الجريان قد يحمل معه مواد عضوية مختلفة من الأسمدة والمبيدات والبقايا الحيوانية والنفايات.

وتحتاج المياه السطحية قبل استخدامها من قبل الإنسان إلى معالجة أكثر من المياه الجوفية، ولكن النباتات والحيوانات تستخدم هذه المياه بدون معالجة رغم احتوائها على نفايات وملوثات حضرية وزراعية وصناعية.

وحتى وجود تركيزات منخفضة من بعض هذه الملوثات في المياه السطحية قد يؤثر على سلامة هذه البحيرات أو الخزانات السطحية وغيرها من الجمعات التي تتلقى المياه بالطرق الفيزيائية أو الكيميائية.

كما يمكن للمعادن أن تسمم الحياة المائية وغالباً ما تتراكم هذه المعادن أو تتركز

في السلسلة الغذائية ويؤدي ازدياد تركيز المواد المغذية عادة إلى ظهور نباتات غير مرغوب فيها بالإضافة إلى زيادة كميات الطحالب في المياه. وتتسبب العلائق أو المواد العالقة في المياه بتعكيره وبالتالي إلى انخفاض كمية الضوء وإعاقة نمو النباتات المائية المرغوبة. كما تتسبب المواد العضوية المتحللة (وتقاس من خلال الطلب الكيميائي والبيوكيميائي على كمية الأكسجين) في انخفاض كمية الأكسجين الذائب في الماء مما يتسبب بموت الأسماك.

أما المعضلة الجوهرية في إدارة المياه في المناطق الجافة فهي الملوحة. والأملاح تضاف إلى التربة باستمرار من خلال ذوبان الصخور والمعادن وتحلل جذور النباتات (كربونات الكالسيوم) أو من الأدخنة والتعبئة (كلوريد الصوديوم) أو نتيجة للاستخدامات البشرية (النيتروجين والفوسفات من الأسمدة). وفي الأماكن التي يكون فيها المطر كافياً، يتم غسل الأملاح من التربة وتتوازن نسبة الملوحة فيها حيث تطرد الأملاح إلى المياه الجوفية وتنتهي في الأنهار أو البحور أو المحيطات أو غيرها. من هنا نرى أن المناطق الرطبة تقوم بتصريف الأملاح ولا تسمح بتراكمها.

أما المناطق الجافة، فهي تستقبل الأملاح وتقوم بتجميعها وقد أثبتت التجارب التي أجريت في المنطقة قيد الدرس أن الأملاح تتراكم في التربة التي يقل سقوط المطر فيها عن ٣٠٠ مم. أما في المناطق التي يزيد فيها معدل الأمطار عن ٤٠٠ مم فتعتبر أمطارها فعالة في غسل الأملاح التي تراكمت حول منطقة الجذور خلال الصيف المنصرم. ويتبين لنا من متوسط سقوط الأمطار في الصورة ٢:٣ أن جزءاً بسيطاً فقط من المنطقة قيد الدرس باستطاعته أن يتحمل زراعة مستدامة بدون وضع خطط تساعد على تحريك أو طرد هذه الأملاح من التربة.

وحتى في المناطق الرطبة التي يزيد سقوط الأمطار فيها عن ٤٠٠ مم فقد أعاق التدخل الإنساني عمل التوازن الطبيعي لغسل هذه الأملاح ومنع تراكمها. وعلى العكس من مياه الأمطار التي تحتوي على تراكيز منخفضة جداً من الأملاح، يساهم الري بالمياه السطحية والجوفية في إضافة كميات كبيرة من الأملاح إلى التربة. وتزداد هذه الكميات مع استخدام مياه ري من مصادر مستصلحة مثل محطات تنقية المياه العادمة.

وغالباً ما يتم تجميع مياه الصرف في الأراضي الزراعية لإعادة استخدامها في الري ولكن استخدام مثل هذه المياه المليئة بالأملاح يتسبب في حدوث مشاكل خطيرة مثل تملح التربة كالذي حصل في وادي جزريل في إسرائيل بعد ٢٠ سنة من ممارسة هذا العمل. كذلك يعتبر الاستخدام المتكرر للمياه العادمة المستصلحة مصدراً آخر للملوحة، واستخدام المنظفات المنزلية إضافة إلى مخلفات التصنيع الغذائي وتحلية المياه وغيرها من الأنشطة الفيزيولوجية تؤدي إلى تغذية المياه العادمة بالأملاح. فعلى سبيل المثال تزيد كمية الكلورين في المياه العادمة في إسرائيل ١٠٠- ٢٠٠ مغم في الليتر عن المصدر الأصلي، ومعظم المياه المعالجة في المنطقة قيد الدرس تحتوي على أملاح مذابة تزيد نسبتها عن ١٠٠٠ مغم في اللتر. وقد أدى استخدام هذه المياه في الزراعة إلى تدمير المحاصيل وتخفيض الإنتاج وقد تؤدي في النهاية إلى إيصال التربة إلى وضع تملح غير قابل للإصلاح.

وتتسبب مياه الري وعمليات غسل الأملاح من خلال التعبئة الطبيعية إلى تزايد نسبة الأملاح الذائبة في المياه الجوفية. وقد رُصدت مثل هذه الظواهر على طول ساحل البحر المتوسط في إسرائيل وقطاع غزة وفي وادي الأردن وفي منطقة الضليل شرق عمان وفي غيرها، إذ أن ضخ مثل هذه المياه الغنية بالأملاح لاستخدامها في الزراعة وفي الأعمال المنزلية (مع ما يعقبها من معالجة وإعادة استخدام) يؤدي إلى إيجاد دورة من الملوحة الزائدة في المياه الجوفية. وفي التربة كذلك فإن عمليات التفريغ الكامل للمياه الجوفية النظيفة والمياه السطحية تؤدي إلى إيقاف عمليات التخلص من الأملاح مما يعني أن المنطقة قيد الدرس قد أخذت تراكم الأملاح بدون التخلص منها، أي بمعنى آخر تستوردها ولا تصدرها فالأملاح التي يغسلها المطر من الأتربة المروية الواقعة فوق الأحواض الساحلية تتراكم في المياه الجوفية بمعدل ٢ كغم من الكلوريد لكل لتر سنوياً وبينما كان تراكم الكلوريد في المياه الجوفية عام ١٩٦٣، ١١٠ مغم/ للتر أصبح عام ١٩٩٣، ١٧٠ مغم/للتر. وقد تم الكشف عن أماكن أخرى حصل فيها مثل هذا التلوث الكلوريني.

هناك درس واحد نتعلمه من تاريخ المياه بخصوص ملوحة التربة والمياه الجوفية

وهو أن استخدام المياه الذي يترافق مع إعادة تدويرها واستخدامها ليس عملاً مستداماً بسبب تعاقب تراكم الأملاح، والإدارة المستدامة للمياه يجب أن تشمل التخلص من الأملاح من خلال الغسل الطبيعي والتخلص من مياه الصرف المالحة، أو المياه الناتجة عن عمليات التحلية.

## المياه المتوفرة في المنطقة

في سياق الحديث عن الاستدامة، يصبح التعريف الأسهل لمعنى مياه متوفرة هو معدل كمية المياه التي تتوفر على أساس متجدد، ومعدلات الكميات السنوية لتعبئة المياه الجوفية (١٥٣٤ م م$^3$) والسطحية (١٤٢٩ م م$^3$) تعتبر مصادر متجددة ولكن مما يؤسف له أن هذين المصدرين معاً لا يمكنهما أن يقدما المجموع السنوي للمياه المتجددة في المنطقة قيد الدرس. وكما بينّا سابقاً فالمياه تتحرك من الأحواض إلى الأنهار على شكل جريان قاعدي ومن الأنهار إلى الأحواض على شكل جريان فيضي وقد جرت محاولات لتجميع كل هذه العوامل من قبل مجموعة العمل المتعددة الأطراف حول مصادر المياه (CES- GTZ 1966). وعلى الرغم من عدم وضوح الطرق والتعريفات فقد خرجت المجموعة بتقدير مفاده أن كميات المياه المتجددة في المنطقة تبلغ ٢٦٠٠ م م$^3$ منها ١٤٠٠ م م$^3$ مياه جوفية و ١٢٠٠ م م$^3$ مياه سطحية (جدول ٢: ٢).

**جدول ٢:٢**
**معدلات كميات المياه السطحية والجوفية المتجددة (م م$^3$)**

| مصدر المعلومات | مصادر المياه السطحية | مصادر المياه الجوفية | مجموع المياه المتجددة |
|---|---|---|---|
| مجموعة العمل المتعددة الأطراف | ١٢٠٠ | ١٤٠٠ | ٢٦٠٠ |
| التقرير الحالي | ١٤٢٩ | ١٣٥٩ | ٢٧٨٨ |

المصدر: مجموعة العمل المتعددة الأطراف حول مصادر المياه عن: المهندسون الاستشاريون CES والوكالة الألمانية للعمل التقني GTZ ١٩٦٦.

ولا يبدو واضحاً كيف حصلت المجموعة على معلوماتها حول رقم ١٧٥ م م$^3$ من المياه الجوفية التي تعبئ أعالي نهر الأردن وبحيرة طبريا، ويمكننا القيام بحسبة بديلة للمياه المتجددة تقر بوجود اختلافات حول مدى دقة البيانات الميدانية بأن تقوم بطرح رقم ١٧٥ م م$^3$ من المجموع السنوي لتعبئة المياه الجوفية والمقدّر في هذا التقرير برقم ١٥٣٤ م م$^3$ لأنه سبق وأدخل في الحسابات كمياه سطحية وهكذا نصل إلى الرقم ٢٧٨٨ م م$^3$ وهو مجموع المياه المتجددة سنوياً. ومن الجدير بالذكر أن تطوير مصادر هذه المياه المتجددة يعتبر أمراً غير عمليٍّ بسبب الصعوبات الكامنة في تجميع كامل الجريان الفيضي.

وقد أغفلت تقديرات مصادر المياه المتوفرة الواردة أعلاه عن ذكر الكميات الكبيرة من الماء والمخزونة في الأحواض الصخرية والتي يمكنها أن تزود التعبئة الطبيعية المتجددة بكميات إضافية. وعلى الرغم من أن استخدام مثل هذا المخزون على المدى القصير لتعديل الاختلاف في التعبئة هو أمر متّبع في إدارة المياه إلا أن استخدامه على المدى الطويل مع استمرار ضخ المياه الجوفية وتفريغ المخزون لا يدخل ضمن حسابات التطوير المستدام. كذلك يعتبر استخدام المياه الجوفية الأحفورية أمراً غير مستدام ولا يمكن إدخاله في تقديرات المياه المتجددة أيضاً ومع ذلك فإن ما يقارب ٩٥ م م$^3$ من المياه الأحفورية غير المتجددة تستخدم سنوياً في المنطقة قيد الدرس (٢٥ م م$^3$ في إسرائيل و٧٠ م م$^3$ في الأردن) وقد أدخلت مجموعة العمل المتعددة الأطراف حول مصادر المياه ما مجموعه ٢٥٣ م م$^3$ ضمن المياه الأحفورية (١١٠ م م$^3$ سنوياً غرب وادي الأردن و ١٤٣ م م$^3$ شرقه) وذلك ضمن الخطط والسيناريوهات المحتملة حول تزويد المياه مستقبلاً. كذلك يجب الانتباه إلى القضايا الاجتماعية والاقتصادية المتعلقة بالمساواة في حقوق المياه عبر الأجيال والتي قد تثار نتيجة لاستمرار الاستخدام المتزايد للمياه لغايات التطوير الاقتصادي قبل أن يتم تفريغ المصادر الأحفورية، إضافة إلى الأمور المائية المتعلقة بكميات المياه الجوفية المخزنة التي يمكن تناولها مع ما يتأتى من عواقب ونتائج لهذا الضخ.

ومن ضمن المياه المتوفرة، عدا المياه المتجددة التي ذكرناها أعلاه، مياهاً جوفية مالحة ومصادر غير تقليدية للمياه مثل مياه محطات التنقية ومحطات التحلية والمياه المستوردة. وعلى الرغم من شمول مصادر المياه المتجددة لما يقارب ٢٩٠ م م$^3$ من

المياه المالحة ألا أنه يجب إجراء دراسات مائية أخرى من أجل تحديد إمكانية تطوير هذه الكمية أو أكثر بدون التأثير على نوعية مصادر المياه. ويقدم الفصل الخامس مزيداً من التفاصيل حول استخدامات المياه المالحة في الصناعة والزراعة تحت عنوان استخدام المياه غير العذبة.

حالياً، لا يوجد أي مصدر من المصادر غير التقليدية الهامة في المنطقة قيد الدرس سوى المياه العادمة المنقّاة، إذ يستخدم في المنطقة ما يقارب ٣٠٩ م م$^{٣}$ من هذه المياه، منها ٢٥٠ م م$^{٣}$ و ٥٩ م م$^{٣}$ في الأردن ويناقش الفصل الخامس من هذا التقرير فرص استخدام كميات أكبر من المياه العادمة المنقاة في الفقرة المتعلقة باستصلاح المياه العادمة. وقد يتوفر في المستقبل ما يقارب ١٧٩٤ م م$^{٣}$ من المياه العادمة المستصلحة لاستخدامها في أغراض شتى (جدول ٥١ و ٥٢ في تقرير ( 1996 GTZ-CES) ولكن مثل هذا التدوير الواسع للمياه العادمة المنتقاة للاستخدام في الري والزراعة ربما يتسبب في تمليح التربة والمياه الجوفية كما بيّنا سابقاً.

إن الاستخدام الفعال للمياه المتوفرة يتطلب درجة عالية من التخطيط والإدارة التي قد يزيدها الوضع السياسي تعقيداً. فعلى سبيل المثال استندت الاتفاقيات التي وقعت بين الأردن وإسرائيل حول مخصصات مياه نهر اليرموك السفلي (ملحق A) على توقعات لظروف تتعلق بمنسوب النهر، ولكن معدلات منسوب نهر اليرموك كانت قد تغيرت في الماضي وهي عرضة للتغير في المستقبل فمعدل منسوبه ما بين الأعوام ١٩٢٧- ١٩٦٤ كان ٤٦٧ م م$^{٣}$ سنوياً (سلامة ١٩٩٦ ص ١٦). إضافة إلى التغييرات المناخية المحتملة فإن انخفاض منسوب النهر قد ازداد نتيجة لسحب المياه والضخ المستمر على جانبيه. ويتركز معظم الضخ في سوريا التي ليست طرفاً في الاتفاقيات بين الأردن وإسرائيل، لذلك فإن كميات المياه التي يوفرها نهر اليرموك ستظل مجهولة في المستقبل. وبشكل عام فإن استخدام المياه المتوفرة عبر حدود بلدان المنطقة يظل أمراً خاضعاً للاعتبارات السياسية ولكن الاعتبارات المائية والبيئية قد تؤدي إلى اتّباع سياسة مستدامة في الاستخدام.

مثال آخر على تأثير الاعتبارات السياسية في عدم القدرة على تحديد القضايا المائية يظهر واضحاً في المنطقة التي تدعى بالحوض الجبلي والتي

تقع أسفل جبال إسرائيل والضفة الغربية. إذ أن أي ضخ زائد يقع على أي طرفي الحدود يؤدي إلى استنزاف شديد لهذا المصدر، لذلك ومن أجل رفع الإنتاج المستدام لهذا الحوض إلى درجته القصوى يتوجب تحديد أماكن الآبار تحديداً يقوم على اعتبارات هيدرولوجية مائية وليس على اعتبارات سياسية، وتظهر الخيارات المتاحة للإدارة المشتركة لهذا الحوض بين الإسرائيليين والفلسطينيين في نشرة (فليتسون وحداد ١٩٩٥).

وتتسبب المعلومات المتضاربة في زيادة صعوبة التخطيط وإدارة المياه السطحية والجوفية. وكما بيّنا سابقاً فقد واجه فريق جمع المعلومات (CES- GTZ 1996) صعوبة في الحصول على معلومات مائية ومحللة بشكل ثابت أو معلومات عن أي دراسة ثابتة وصالحة للتحليل المائي، فالمعلومات عن مخصصات المياه السطحية لنهر اليرموك على سبيل المثال أو عن أي تطوير لحوض مشترك مثل الحوض الجبلي قد تصبح أكثر سهولة لو استخدمت الأطراف المعنية طرق مشتركة لتجميعها وتحليلها أو لو تمكنت جميع الأطراف من الوصول إلى مثل هذه المعلومات. ومن أجل تسهيل هذا الأمر قامت مجموعة العمل المتعددة الأطراف بوضع خطة لإنشاء بنوك معلومات مائية عام ١٩٩٥ للعمل باتجاه توحيد طرق تجميع المعلومات حول المياه في المنطقة قيد الدرس. ومع ذلك تبقى هناك حاجة أيضاً لكي تقوم الفرق المشتركة بتقديم تحاليل محلية حول الأوضاع المائية إذا أرادت أن يصبح الوصول إلى مصادر المياه في المنطقة قيد الدرس، ومعرفة نتائج مختلف الخطط الموضوعة للتطوير، قضية شاملة عامة.

## استخدام المياه

يقدّر مجموع المياه المستخدمة في المنطقة قيد الدرس بما يقارب ٣١٨٣ م م$^3$ سنوياً ويظهر الجدول ٢:٣ تحليلاً مبيناً على أنواع استخدامات هذه المياه ومصادرها سواء كانت مياه جوفية أو سطحية أو عادمة مستصلحة. ويستدل من هذه المعلومات أن الزراعة هي المستخدم الأول لهذه المياه بنسبة تصل بمعدلها إلى ٦٦% من مجموع الاستخدامات: ٦٢% في إسرائيل و ٦٤% في الضفة الغربية وقطاع غزة و ٧٣% في الأردن، وإذا استثنينا المياه العادمة نجد أن الزراعة تستخدم ما معدله ٦٣% من

مجموع المياه السطحية والجوفية في المنطقة قيد الدرس ٥٨% منها غرب وادي الأردن و ٧٢% شرقه.

وقد أخذت الجهود المبذولة لتخفيض كميات المياه العذبة المستخدمة في الزراعة حيزاً هاماً ضمن الخطط الموضوعة للمياه في المنطقة قيد الدرس، وشملت إضافة إلى تدابير الحماية، زيادة المساعي لاستخدام المياه العادمة والمياه المالحة. ونتيجة لذلك فقد انخفضت مسحوبات المياه الجوفية والسطحية من ٨٠% عام ١٩٦٥ لى ٦٣% حالياً (جدول ٣: ٢) وقد نوقشت هذه المسألة في الفصل الخامس من هذا التقرير تحت عنوان خيارات المستقبل.

## جدول ٣:٢

## تقديرات استخدامات المياه عام ١٩٩٤ حسب أجزاء المنطقة، نوع الاستخدام، ومصدر المياه (م م$^{٣}$) ماعدا الاستخدام الفردي م$^{٣}$/ سنوياً

| نوع الاستخدام | إسرائيل | الضفة الغربية وقطاع غزة | الأردن | مجموع |
|---|---|---|---|---|
| **منزلي** | | | | |
| مياه جوفية | - (أ) | ٨٥ | ٢٠٨ | -(أ) |
| مياه سطحية | -(أ) | • | ٣٣ | -(أ) |
| مياه عادمة | • | • | • | • |
| مجموع | ٥٤٥ | ٨٥ | ٢٤١ | ٨٥٩[ب] |
| **زراعي** | | | | |
| مياه جوفية | -(أ) | ١٥٠ | ٣٣١ | -(أ) |

يتبع ←

(أ) تستخدم إسرائيل الناقل القطري في نقل المياه السطحية والجوفية وتوزيعها للأغراض المنزلية والزراعية والصناعية لذا يمكن تحديد الكميات المنقولة لكل قطاع.

(ب) تم تعديل هذا الرقم ليشمل كمية ٧م م٣ تنقل إلى القدس الشرقية و ٥م م٣ تنقل إلى قطاع غزة من إسرائيل. وقد أدخل هذا الرقم مرتين في حساب إسرائيل والضفة الغربية وقطاع غزة.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| مياه سطحية | - (أ) | • | ٣٨٢ | - (أ) |
| مياه عادمة | ٢١٣ | • | ٥٩ | ٢٧٢ |
| مجموع | ١١٨٠ | ١٥٠ | ٧٧٢ | ٢١٠٢ |
| **صناعي** | | | | |
| مياه جوفية | - (أ) | • | ٤٣ | - (أ) |
| مياه سطحية | - (أ) | • | • | - (أ) |
| مياه عادمة | • | • | • | • |
| مجموع | ١٢٩ | • | ٤٣ | ١٧٢ |
| خسائر نقل[جـ] | ٥٠ | — | — | ٥٠ |
| **مجموع استخدامات المياه** | | | | |
| مياه جوفية | ١٠٠٦ | ٢٣٥ | ٥٨٢ | ١٨١١ (ب) |
| مياه سطحية | ٦٨٥ | • | ٤١٥ | ١١٠٠ |
| مياه عادمة | ٢١٣ | • | ٥٩ | ٢٧٢ |
| مجموع | ١٩٠٤ | ٢٣٥ | ١٠٥٦ | ٣١٨٣ (ب) |
| استخدام إجمالي للفرد (م$^3$/الفرد) | ٣٤٤ | ٩٣ | ٢٤٤ | ٢٥٧ |

**المصدر: منقولة عن دراسة CES- GTZ 1996**

هناك فروقات كبيرة في استخدامات المياه بين إسرائيل والضفة الغربية وقطاع غزة والأردن وخاصة في مسألة الاستخدام الفردي المنزلي فمعدل الاستخدام الفردي للمياه في القطاع المنزلي في إسرائيل يبلغ ٩٨ م$^3$/للفرد بناءً على المعلومات السكانية

(جـ) تم حساب خسائر النقل فقط للناقل القطري الإسرائيلي أما باقي خدمات التوزيع مثل قناة الملك عبد الله في الأردن وسائر أنظمة التوزيع بالأنابيب، التابعة لها فقد تم إدخال حسابات خسائر نقلها في أرقام استخدامات المياه.

(جدول ٢:١) ومعلومات استخدامات المياه (جدول ٢:٣) بينما يبلغ في قطاع غزة والضفة الغربية ٣٤ م٣/ للفرد/ سنوياً و ٥٦ م٣/ للفرد/ سنوياً في الأردن وهذه الأرقام الفردية تعكس كميات المياه التي تدخل شبكات التوزيع المنزلي مع العلم أن نصف هذه الكميات يتسرب ويضيع من خلال الأنابيب المهترئة في الشبكات. وكما ذكرنا سابقاً فإن أي تحرك يهدف نحو المساواة الاقتصادية سيؤدي بالنتيجة إلى ازدياد استهلاك المياه. وقد ظهر في سيناريو إحدى الخطط المتوقعة أن الاستهلاك الفردي في إسرائيل سيصبح ٩٠ م٣ للفرد سنوياً و ٧٠ م٣ للفرد سنوياً في الأردن والضفة الغربية وقطاع غزة (CES- GTZ 1996) ويظهر بوضوح من خلال الجدول ٢:٣ الاعتماد الكبير على المياه الجوفية في المنطقة قيد الدرس فالمياه الجوفية تكوِّن ٥٧% من نسبة المياه المستخدمة و ٦٢% من نسبة المياه المسحوبة. وتظهر أرقام السحب الحالية من المياه الجوفية أن هناك اختلال سلبي في الميزان نتيجة للضخ الزائد، يصل إلى ٤١١ م م٣ و ٤٥٢ م م٣. ويأتي هذا الرقم من الفرق بين مجموع السحب البالغ ١٨١١ م م٣ ومجموع الشحن المقدر من ١٣٥٩- ١٤٠٠ م م٣ سنوياً. وهذه الكمية من الضخ الزائد تنقسم إلى ٩٥ م م٣/ سنة تأتي من المياه الأحفورية العذبة (٢٥ م م٣ في إسرائيل و ٧٠ م م٣ في الأردن) وإلى ٨١ م م٣/ سنة من المياه الأحفورية المالحة في إسرائيل (جدول ٢:٤) والباقي أي ما يقارب ٢٥٠ م م٣ يأتي من مخزونات الأحواض الجوفية التي تتركز معظمها في الأردن. ويقدر الضخ الزائد في الأردن بما يقارب ٣٠٧ م م٣/سنوياً من المياه المتجددة.

وبعكس المياه الجوفية، تظهر الجداول ٢:٣ و ٢:٢ بمجموعها أن هناك فائضاً ما بين ١٠٠ م م٣ و ٣٢٩م م٣ سنوياً من المياه السطحية. وهذا الفائض يمثل مياه الأمطار غير المحجوزة في سدود والتي تجري في الوديان التي ترفد وادي الأردن. وبناءً على دراسات سابقة فإن أكثر من ٢٠٠ م م٣ من مياه الأمطار الجارية يتم حجزها في سدود في المنطقة قيد الدرس. وقد تمت مناقشة إمكانية زيادة مصادر المياه من مياه الأمطار في الفصل الخامس من هذا التقرير تحت عنوان إدارة المياه.

## أهمية العلاقات المائية (هيدرولوجي) في المنطقة قيد الدرس

خلال مراجعتها للحقائق حول المنطقة قيد الدرس فوجئت اللجنة بعدم وجود أية معلومات ثابتة وشاملة يمكن الاعتماد عليها عن مصادر المياه المتوفرة واستخداماتها. ويعزى غياب مثل تلك المعلومات لثلاث مشاكل رئيسة هي:

أولاً: بعض هذه المعلومات مشكوك في إمكانية الاعتماد عليها، فعلى سبيل المثال لا يوجد أي نوع من الاتفاق حول معدل كميات المياه السطحية المتوفرة للتحويل سنوياً.

ثانياً: بعض التدابير المهمة غير كاملة أو لم تتخذ على الإطلاق فلا يوجد تشخيص شامل للاختلافات في كمية الأمطار ومياه جريانها.

ثالثاً وأخيراً: بعض المعلومات تم جمعها على أسس غير متعادلة مما تسبب في صعوبة تشخيص السمات المتعلقة بالمياه في المنطقة قيد الدرس.

كما لاحظت اللجنة أن مياه المنطقة مشتركة بسبب ارتباطها هيدرولوجياً ببعضها البعض بغض النظر عن الحدود القطرية وإن أي تغيير يطرأ على المياه في جزء من المنطقة سوف يؤثر على الكميات والنوعيات في الأجزاء الأخرى. وطالما أن الخطط المائية ما تزال توضع على أسس سياسية وليست هيدرولوجية فسيظل هناك تجاهل لأمور هامة بالنسبة للوضع المائي مما يلحق الضرر بكل سكان المنطقة. ولعل الطريقة الوحيدة التي تضمن ترتيب هذه العلاقات المائية هي اعتماد وجهة النظر التي ترى المنطقة من منظور مائي شامل. ومن الواضح أن تخطيط مصادر المياه يحتاج إلى بيانات معلومات هيدرولوجية أبرزها مشروع بنوك المعلومات المائية الذي طرحته مجموعة العمل متعددة الأطراف حول مصادر المياه في الشرق الأوسط. كذلك تبرز أيضاً تقارير اللجان المائية المشتركة التي تكون جزءاً من معاهدة السلام بين إسرائيل والأردن (ملحق أ) والمعاهدة المؤقتة بين إسرائيل والفلسطينيين حول الضفة الغربية وقطاع غزة (ملحق ب).

إن تطوير مثل هذه المعلومات يحتاج إلى التزامات بشرية ومالية، ولهذه الأسباب، وأسباب عملية أخرى يصبح من المهم أن نقوم بتطوير معلومات منتظمة تستخدم فيها نفس القياسات التقنية في كل المنطقة قيد الدرس فالحاجة إلى معلومات شاملة ومنتظمة في عملية التخطيط تعزز وجهة النظر التي ترى مصادر المياه في المنطقة كوحدة إقليمية واحدة.

ولا يمكن تحقيق تخطيط أفضل لمصادر المياه إلا إذا اعتبرت المنطقة قيد الدرس برُمَّتها كوحدة إدارية طبيعية أساسية، وأي فشل في التخطيط على هذا الأساس سيؤدي بلا شك إلى تدمير فرص هامة للاقتصاد في استخدام المياه وفي الاستفادة من الاستخدامات المشتركة، وفي إدارة نوعيات المياه بشكل أفضل والتخصيص الأمثل للاستخدامات المشتركة، إضافة إلى ذلك وكما سنرى في الفصل ٤ فإن التعاون لاستغلال مصادر المياه سيكون مهما من أجل ضمان الحصول على الفوائد والخدمات التي تقدمها الأنظمة البيئية.

## توصيات

توصي اللجنة بأن تتبنى المؤسسات القطرية والعالمية المسؤولة توجهاً إقليمياً لتحديد عدة أهداف أساسية

١.الحصول على المعلومات حول المياه المتوفرة واستخداماتها باتباع مناهج وتقنيات وبروتوكولات منتظمة.

٢.مراقبة كمية ونوعية مصادر المياه باستخدام تقنيات ووحدات قياس منتظمة.

٣.تشجيع التبادل المفتوح لنتائج الأبحاث العلمية المتعلقة بمصادر المياه في المنطقة إضافة إلى تشجيع البحث العلمي المناسب على أسس إقليمية وتعاونية موحدة.

## REFERENCES

Al-Weshah, R. A. 1992. Jordan's water resources: Technical perspective. Water International 17(3)September:124-132.

BRL-ANTEA. 1995. Guidelines for a Master Plan for Water Management in the Jordan River Basin. Ingenierie, France: BRL. Not published.

Biswas, A. K., J. Kolars, M. Murakami, J. Waterbury, and A. Wolf. 1997. Core and Periphery: A Comprehensive Approach to Middle Eastern Water. Middle East Water Commission. Delhi: Oxford University Press.

CES Consulting Engineers and GTZ. 1996. Middle East Regional Study on Water Supply and Demand Development, Phase I, Regional Overview. Sponsored by the Government of the Federal Republic of Germany for the Multilateral Working Group on Water Resources. Eschborn, Germany: Association for Technical Cooperation (GTZ).

Cohen, S., and G. Stanhill. 1996. Contemporary climate change in the Jordan Valley. J. Applied Meteor. 35:1052-1058.

Feitelson, E., and M. Haddad. 1995. Joint Management of Shared Aquifers: Final Report. Jerusalem, Israel: The Palestine Consultancy Group and the Harry S Truman Research Institute. 36 pp.

National Research Council. 1993. Ground Water Vulnerability Assessment, Contamination Potential Under Conditions of Uncertainty. Washington, DC: National Academy Press. 204 pp.

Principal Organization of Soviet Ministers for Geology and Cartography. 1988. Geographical Belts and Zonal Types of Landshafts (in Russian) 1:15,000,000. Moscow.

Salameh, E. 1996. Water Quality Degradation in Jordan. Amman, Jordan: Friedrich Ebert Stiftung and Royal Society for the Conservation of Nature. 179 pp.

Salameh, E., and H. Bannayan. 1993. Water Resources of Jordan: Present Status and Future Potentials. Amman, Jordan: Friedrich Ebert Stiftung and Royal Society for the Conservation of Nature. 183 pp.

Stanhill, G., and C. Rapaport. 1988. Temporal and spatial variation in the volume of rain falling annually in Israel. Isr. J. Earth Sci. 37:211-221.

U.S. Central Intelligence Agency. 1993. Atlas of the Middle East. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

Water Authority of Jordan. 1996. The Water Authority of Jordan Annual Report. Amman, Jordan. In Arabic.

# الفصل الثالث

## العوامل التي تؤثر في أساليب استخدامات المياه

يُظهر تاريخ توقعات استخدامات المياه والنشاطات الاقتصادية المرافقة لها وتاريخ النمو السكاني وغيرها من الاعتبارات التي تهم المخططين في شؤون الاقتصاد والمياه أن معظم التنبوأت الدقيقة جداً تكون في الغالب غير صحيحة وتنشئ الصعوبات هنا بسبب ظهور متغيرات لم تكن محددة أو لم تكن معروفة، وبسبب براعة الإنسان في التكيف مع أي تغيير. وعلى الرغم من أن التوقعات ووضع السيناريوهات نادراً ما تشكل أسساً كافية للمخططين أنفسهم إلا أنها قد تكون مفيدة في تحديد وتحليل مختلف الخيارات، لذا يمكننا تحديد عدداً من العوامل التي قد تؤثر مستقبلاً في استخدامات المياه.

ويستنتج من تقرير للأمم المتحدة صادر عام ١٩٩٦ حول مصادر المياه العذبة في العالم أن استخدامات المياه قد ازدادت بمعدل ضعف ازدياد عدد السكان أو أكثر خلال هذا القرن مما خلَّف أزمات مياه حادة في بعض المناطق. فما يقارب ثلث سكان العالم يعيشون في دول تعاني حالياً نقصاً شديداً أو معتدلاً في المياه نتيجة لارتفاع الطلب الناجم عن النمو السكاني. ومع حلول عام ٢٠٢٥ سيرتفع هذا الرقم إلى الثلثين (الأمم المتحدة ١٩٩٦) وقد تبين أن المناطق التي تعاني من شحِّ المياه يمكنها استيراد هذه المياه ضمن مستورداتها من الطعام والطاقة أو السلع المصنَّعَة التي تدخل المياه في تصنيعها.

ومن المؤكد أن سكان المنطقة سوف يضطرون للعيش تحت ظروف شحٍّ المياه في المستقبل القريب. وإذا استثنينا حدوث وقائع غير منظورة فإن سكان المنطقة سوف يزدادون بشكل سريع كما أن المنطقة ستستمر في التطور اقتصادياً وهذا التطور سيحصل أساساً في الأردن والضفة الغربية وقطاع غزة.

## الاختلافات المتوقعة بين العرض والطلب على المياه وتخطيط مصادر المياه

يركز المخططون لمصادر المياه مراراً على تحديد الثغرات المحتملة بين عرض المياه وبين الطلب عليها خلال موعد مستقبلي معين، وتوضع الخطط على هذا الأساس لتقريب المسافة بين العرض والطلب المتوقع وسد هذه الثغرة، وهذه الخطط تشمل في العادة درجات استخدامات المياه المتوقعة وذلك بناءً على النمو السكاني وعلى الاستهلاك الفردي واستخدامات المياه بالهكتار وغيرها من المتغيرات التي تؤثر على الطلب. ومن ثم توضع هذه التقديرات المستقبلية تحت المقارنة مع الكميات المتوفرة من موارد المياه لتحديد موعد ظهور الثغرة بين توقعات الاستخدام للمياه وبين الكميات المتوفرة. وبناءً على حجم وتوقيت هذه الثغرة تؤخذ التدابير وتحدد العمليات اللازمة لإغلاقها ورفع مستوى العرض ليوازي مستوى الطلب المتوقع. وهناك أمثلة كثيرة على مثل هذا المنهج في التخطيط (دائرة مصادر المياه في كاليفورنيا ١٩٩٤) تحتوي على العديد من تحليلات الخطط المائية للمنطقة قيد الدرس (GTZ-CES 1966).

وتعتقد اللجنة أن توجهات التخطيط المائي التي تركّز أساساً على ظهور الثغرات بين العرض والطلب هي توجهات ناقصة إذ أنها تقوم على توقعات مهما بلغت من سعة الاطلاع تظل غائبة عن الكثير من التغييرات المجهولة التي قد تحصل في مستويات استخدامات المياه في المستقبل، كما أنها بشكل عام تقوم على عدد من الفرضيات غير المجرَّبة وغير المثبتة. وتعتبر هذه التوقعات متكاملة إذا وصلت إلى المدى الذي تصبح فيه مسألة توفر المياه محدودة لنمو السكان والاقتصاد وعلى العكس من ذلك فحيثما تضعف إمكانية تحديد مدى تأثر النمو الاقتصادي

والسكاني بتوفر المياه تصبح التوقعات المتفائلة عرضة لأن تؤدي إلى القيام باستثمارات تزيد عن قدرة مصادر المياه مما يزيد من عبء التكاليف بغض النظر سواء استخدمت المياه أم لم تستخدم. وفي الظروف التي تحمل الكثير من الغموض تصبح الخطط المرنة والقادرة على التكيف أكثر تفضيلاً. والمنظور الذي يضع في الحسبان ظهور تغييرات بيئية غير متوقعة يسمح بإعطاء ردود مرنة تعطي القدرة للمنطقة على التكيف السريع مع التغييرات المناخية حال ظهورها.

وهناك الكثير من الفرضيات المتعلقة بالتحاليل التقليدية والتي لم تحدد ولم تخضع لتجربة جدية وغالباً ما تبنى الخطط على فرضيات تضع أفضل نماذج لاستخدام المياه بغض النظر عن تكاليف المحافظة عليها امام زحف اقتصادي وسكاني متزايد.

ونادراً ما تلعب تسعيرة المياه دوراً في تخفيف استهلاكها لأن الدراسات الموضوعة بهذا الشأن تبنى على أفكار غير معلنة بأن أسعار المياه الحقيقية يجب أن تبقى ثابتة. إضافة إلى ذلك فإن التخطيط المبني على تحليل الثغرات بين العرض والطلب غالباً ما يفشل في تحديد كاملٍ لأساليب التكيف التي يتم من خلالها استيعاب ازدياد الطلب على المياه. لهذا فإن مثل هذه الدراسات غالباً ما كانت تعمل من اجل تحديد الحاجة إلى التمويل العام لتسهيلات إضافية على الرغم من وجود وسائل أقل كلفة لموازنة العرض والطلب، ولم يتم الالتفات إلى مثل هذه الخطط التي تشمل عدة خيارات لإدارة الطلب على المياه إلا حديثاً (بركون ١٩٩٤). بالطبع ليس الهدف الأخير من التخطيط هو إغلاق أي ثغرة بالمعنى الحرفي أي أن تتساوى كمية الطلب مع كمية العرض ولا توجد أية إمكانية لفردٍ أو لمجتمع لاستخدام كمية من المياه أكثر من المتوفر لديه. والقضية هنا أن كمية المياه المطلوبة لسد الحاجات هي أكثر من الكمية المتوفرة وقد ظلت موراد المياه تعتبر محدودة في معظم الوقت لدى العديد من المنازل في الشرق الأوسط، وقد تزداد هذه القيود مع نمو الاقتصاد والمجتمعات إلا في حالة زيادة كميات المياه المتوفرة.

وحيث تعتبر مستويات المياه الموجودة شحيحة بالمقارنة مع المستويات المطلوبة لتفادي وقوع أية مشاكل اقتصادية واجتماعية، يجب تركيز الاهتمام على إغلاق

الثغرة في طلب المياه بين المستويات الحالية والمستويات المقبولة لاستخدام المياه، كذلك حيثما تشمل مستويات المياه المتوفرة مصادر لا يمكن معاملتها باستدامة على المدى الطويل مثل المياه الجوفية فلن يكون بالإمكان إيجاد توازن دائم بين العرض والطلب. ويتطلب جسر الهوة بين العرض والطلب على المياه تخصيص الاستخدامات او تطوير مصادر جديدة وكلا العمليتين تنطويان على تكاليف اقتصادية واجتماعية وبيئية ملموسة.

إن قضية التخطيط تعني تحديد الخيارات البديلة التي يمكن من خلالها إقامة توازن بين العرض والطلب مع الأخذ بعين الاعتبار تكاليف تحقيق هذه البدائل وكميات المياه المستخدمة وتخصيصاتها بين القطاعات المختلفة بالقدر الذي تسمح به هذه البدائل.

إن على أية خطة ترغب في إدارة موضوع المياه الشحيحة في الشرق الأوسط أن تحدد كافة البدائل المتوفرة لزيادة موارد المياه وإدارة الطلب عليها وتقديم تقديرات لكلفة كل بديل إضافة إلى تحديد المستويات البديلة لاستخدامات المياه بحيث يتوازن العرض والطلب.

ولدى وضع الاستراتيجيات لإدارة مصادر المياه الشحيحة، يفضّل الاهتمام بتحديد المتغيرات الرئيسة التي تؤثر على مستوى استخدامات المياه وبنفس القدر من الأهمية وفهم المدى الذي يمكن من خلاله إدارة هذه المتغيرات والسيطرة عليها أو تغييرها من خلال البحث والتطوير.

## العوامل التي تؤثر على استخدام المياه

### ■ العوامل العامة:

تحدد كمية المياه المستخدمة في أية نشاط من خلال كمية المياه المتوفرة لتزويد هذا النشاط ومن خلال كمية المياه التي يتطلبها هذا النشاط نفسه وكلا الكميتين تحددان لاحقاً بالمتغيرات الخاصة بموقع المياه. ومع ذلك يُوجد عددٌ من العوامل الرئيسة الأخرى التي تؤثر على مستويات استخدامات المياه بدون أن يكون لها أية علاقة

بالموقع وهذه العوامل ستكون بلا شك حاسمة في تحديد مستويات استخدامات المياه مستقبلاً في المنطقة قيد الدرس.

## ■ أعداد السكان وتوزيعهم:

الماء ضروري في الأساس لتزويد الناس بحاجاتها المنزلية الأساسية وبكميات تتناسب مع عدد السكان. أما سائر الاستخدامات الأخرى فتشكل مختلف الاستخدامات البلدية والصناعية والزراعية والبيئية وغيرها والتي سيرد ذكرها لاحقاً في هذا التقرير. وتتناسب كميات المياه المستخدمة في هذه القطاعات وإلى حد ما مع أعداد السكان وتوزيعهم في المنطقة ولكنها تتأثر بعوامل كثيرة سيرد ذكرها فيما بعد. وأخيراً يجب أن نذكر هنا أن سكان المدن يختلفون في أساليب استخدامهم للماء وفي الكميات المستخدمة عن سكان القرى أو سكان المناطق الزراعية.

إن اتجاهات نمو السكان وتوزيعهم يصعب التنبؤ بها، وحالياً تبلغ معدلات النمو السكاني في المنطقة قيد الدرس كما يلي: الأردن ٣,٦% الضفة الغربية وقطاع غزة ٣,١% وإسرائيل ٢% ولكن نمو السكان وتوزيعهم تأثر كثيراً بالأحداث داخل وخارج المنطقة قيد الدرس فعلى سبيل المثال أدت النزاعات المسلحة في الشرق الأوسط إلى حدوث ثلاث موجات من الهجرة إلى الأردن كما تسببت التغييرات السياسية في الاتحاد السوفيتي وتفككه إلى هجرة كبيرة إلى إسرائيل. ولكن على الرغم من أن ازدياد عدد السكان في المنطقة قيد الدرس يميل إلى الاستمرار في العقود القادمة إلا أن الزيادة وتوزيعها لن يكون من السهل توقعهما بدقة.

## ■ التكنولوجيا:

قد تؤثر التغيرات التقنية على توفر مصادر المياه وعلى مستوى الطلب عليها واستخدامها فالتصنيع على سبيل المثال غالباً ما يرفع الطلب على المياه بشكل مبدئي. ولكن التقنيات المتطورة التي تسعى إلى ترشيد استهلاك المياه مثل تمديدات السباكة الداخلية الفعالة وأنظمة الري المغلقة كالتنقيط أو الرشاشات واستخدام الحواسيب في إدارة المياه سوف تؤدي بالنتيجة إلى تخفيض الكميات المستخدمة من

المياه كما أنها ستحسن من توقيت استخدام المياه وتخفض تكاليف تزويدها. فعلى سبيل المثال يسمح إنشاء حواجز للمياه بالسيطرة عليها وتنظيمها وتثبيت مستويات تزويدها. وقد أدى تحسن تقنيات الضخ خلال القرن السابق إلى توفير مصادر جديدة للمياه الجوفية لم تكن مستغلة في السابق بسبب عدم إمكانية الوصول إلى أعماقها. ومن ناحية أخرى، قد يتسبب الفشل في استخدام التقنيات الحديثة في تخفيض الكميات المتوفرة من المياه وارتفاع تكاليف تزويدها.

مع أن تقدم التقنيات زاد بشكل ملموس من توفر كميات المياه إلا أنه خلّف آثاراً جانبية غير مرئية وغير مرغوبة في نفس الوقت، فبعض التقنيات تسبب في ضخّ مياه من مناطق لن تعود إليها المياه قبل آلاف السنين، وبناء السدود الكبيرة (ن. ر. سي ١٩٨٧-١٩٩٦) واستغلال المياه الجوفية وعمليات الري (ن. ر. سي ١٩٨٩) كلها يمكن أن تؤدي إلى حدوث تغييرات في نوعية المياه وفي جغرافيتها وقد تؤثر أيضاً على الأنظمة البيئية التي تعتمد على تلك المياه بطريقة يستحيل معها إعادتها إلى وضعها السابق أو إصلاحها ضمن فترة مقبولة من الزمن. وبالتالي فإن أي تقييم شامل يُدخل اعتبارات الاستدامة وإنصاف الأجيال المقبلة في التعامل مع مصادر المياه يجب أن يقوم بتحديد المدى الزمني الذي سيغطي تكاليف هذه التقنية المستخدمة ومنافعها.

## ■ الاقتصاد:

يتأثر العرض والطلب على المياه في المنطقة قيد الدرس بالظروف الاقتصادية الموجودة داخلها وخارجها فانخفاض أسعار القطن حديثاً أدّى إلى هبوط حاد في الأرباح المتوقعة في الزراعة المروية للقطن وبدورها أدت هذه التطورات إلى حدوث دفع سياسي واقتصادي باتجاه تخفيض زراعة القطن في إسرائيل واستبدال الزراعة المروية بالزراعة البعلية مما تسبب في تخفيض الطلب على المياه. كما تتأثر كميات المياه بارتفاع أسعار الطاقة عالمياً من خلال ارتفاع تكلفة الضخ أو تكلفة المعالجة قبل الاستعمال، كما تؤثر التغيرات في الظروف الاقتصادية على التجارة العالمية بطرق مختلفة يصعب رؤية تأثيرها المباشر على المياه. وأخيراً سوف تغيّر الظروف الاقتصادية

التي قد تطرء على المنطقة من قدرة مستخدمي المياه على دفع تكاليفها وتزيد من صعوبة التمويل لدى المنتجين وتحد من قدراتهم الاستثمارية وترفع أسعار العمالة في كثير من الصناعات التي تعتمد مباشرة أو غير مباشرة على المياه بما فيها الزراعة نفسها.

## ■ الظروف البيئية:

يتأثر العرض والطلب على المياه كثيراً بتغير الظروف البيئية فزيادة الأمطار أو انخفاض التبخر يزيدان من توفر المياه ويخففان من الضغط على استخدامها في الزراعة المروية. ويؤدي ارتفاع الحرارة وانخفاض الغطاء النباتي والتنوع البيولوجي إلى تقليص الكميات المتوفرة من المياه وزيادة الطلب عليها في كثير من القطاعات التي تستخدم الماء، كما أن أي تراجع في نوعية المياه بسبب ارتفاع مستويات التلوث يقلص من الكميات المتوفرة منه تماماً كما يفعل الجفاف.

والتغييرات البيئية قد تأتي كنتيجة مباشرة أو غير مباشرة للنشاطات الإنسانية أو قد لا يكون لها علاقة بالإنسان بشكل ظاهر، فعلى سبيل المثال تحصل التغييرات المناخية منذ القدم وحتى قبل ظهور الإنسان أو الكائنات الحية على وجه الأرض. ومن المرجح أن يستمر حدوث مثل هذه التغييرات ولكن هذه المرة بمواكبة تغييرات مناخية أخرى يسببها الإنسان وهي تغييرات قد تكون حصلت سابقاً أو قد تكون تغييرات عامة.

والتغيير المناخي قد يترك أثراً ملموساً وعميقاً على عرض وطلب المياه في المنطقة إلا أن المفهوم الحديث لنماذج التغيير المناخي يجعل من الصعب تقدير مثل تلك التأثيرات محلياً وبالتالي يصعب التكهن بمدى عمق تأثير تغييرات مثل الحرارة والأمطار على وضع المنطقة قيد الدرس.

وتظهر النقاشات الواردة في هذا التقرير كيف يمكن للأوضاع البيئية أن تؤثر على كمية ونوعية المياه وبالعكس، ولكن يصعب دائماً فهم أصول هذه التغييرات وطرق عملها وبالتالي يصعب أيضاً التكهن بها. إلا أن حقيقة التغيير تدعو إلى مزيد

من الإدارة المرنة ومن وضع الخطط لتخصيص المياه في المنطقة قيد الدرس وفي غيرها من اجل مواجهة أي تغيير قد يحدث فيها.

## ■ سحب المياه المتوفرة للاستخدام:

في معرض وصفنا لنماذج استخدام المياه يجب التفريق بين المياه المتوفرة واستخدامات سحب المياه، فالطبيعة الجارية لمصادر المياه تعني في كثير من الأحيان أن بعض استخداماتها لن تؤثر على استمرار توفرها في المستقبل. وهذه الاستخدامات تسمى عادة الاستخدامات المتوفرة ولا تؤدي هذه الأخيرة إلى أي تغيير في صفات المياه كالكمية والنوعية بل تسمح باستمرار استخدامها. والأمثلة على هذا النوع هي معظم الاستخدامات الترفيهية وبرك الأسماك وما شابهها من الاستخدامات البيئية والملاحة وتوليد الطاقة الكهربائية من الماء.

عندما تسحب المياه من جسم مائي مكشوف أو من حوض صخري فإنها قد تستخدم لأغراض مستهلكة أو غير مستهلكة ويحصل الاستخدام المستهلك عندما يتم تحويل المياه من موقع يمكن استخدامها فيه إلى موضع لا يمكن أن تستخدم فيه ويعني هذا أنها أصبحت مياهاً لا تتوفر لاستخدامات لاحقة، مثال على ذلك مياه الري التي تتبخر ولا يعود بالإمكان الحصول عليها فوراً لخدمة نشاطات أخرى. كذلك الاستخدامات الصناعية المنزلية التي تدخل المياه في منتجاتها. وعلى العموم، فإن الاستخدامات الصناعية والمنزلية تعتبر استخدامات غير مستهلكة إلا أن نوعية المياه التي تنتج عنها تنخفض لدرجة تحتاج معها إلى نوع من المعالجة من أجل إعادة استخدامها.

وتحدد كمية المياه المتوفرة للسحب جزئياً على الأقل من خلال نسبة المياه المخصصة للاستخدامات الداخلية. وبينما لا تتسبب الاستخدامات الداخلية في منع المياه من إعادة الاستخدام لأغراض أخرى في مناطق شحْ المياه إلا أن هناك تنافساً بين استخداماتها واستخدامات السحب. ويبحث الفصل الرابع في أهمية المياه في دعم الاستخدامات الداخلية للحفاظ على التنوع البيولوجي وصحة البيئة.

## ■ المحددات الإقليمية لاستخدامات المياه:

في حين تشرح العوامل الرئيسية التي ذكرناها للتو الكثير حول كميات المياه المستخدمة إلا أن العرض والطلب على المياه يحدَّدان أيضاً من خلال عدة متغيرات محلية خاصة بالموقع الذي توجد فيه المياه، فتوفر المياه يعتمد مثلاً على تكاليف تطوير ونقل المياه وعلى المعالجة المطلوبة لتأمين نوعية مياه مناسبة للاستخدام. كذلك فإن الطلب على المياه يعتمد على وضعها محلياً وعلى الاقتصاديات الإقليمية حولها وعلى المناخ المحلي حيث الاستخدامات المنزلية واستخدامات الري لها أهميتها. وفي الحقيقة لا يوجد دراسات حول محددات استخدامات المياه في المنطقة قيد الدرس فالأغلبية الساحقة من الدراسات حول محددات الاستخدام في المناطق شبه الجافة قد تم إجرائها في الولايات المتحدة (هاو ولينا ويفر ١٩٦٧) (بروفولد ١٩٨٨) ولكن مراجعة مثل هذه الدراسات يوحي بوجود متغيرات قد تكون هامة في تقدير الطلب على المياه في المنطقة قيد الدرس.

## ■ القطاعات المنزلية والصناعية:

تعتمد الكمية المستهلكة من المياه في القطاع المنزلي على عدد السكان، وتتناسب الحاجة لتزويد الناس بالمياه الضرورية لمأكلهم ومشربهم ونظافتهم مع عدد السكان ومع مستويات معيشتهم. كذلك تستخدم كميات مختلفة من المياه لأغراض منزلية أخرى تتعدى الحاجات الأساسية للسكان وهذه الكميات تعتمد أيضاً على عدد السكان وإن كان بشكل غير مباشر.

والتغييرات التي تحصل في سلوكيات الإنسان وتُغيِّر درجة سحبه واستهلاكه للمياه تترك أثراً كبيراً على مستويات سحب المياه وعلى نسبة المياه العادمة التي تخلِّفها. ولعل من المفيد أن نبحث في تأثير الجفاف على استخدامات المياه فقد وصل الخفض في استخدامات المياه خارج المنازل والتوفير في استخدامها داخل المنازل إلى ٢٥% في كاليفورنيا خلال فترة الجفاف ١٩٨٧- ١٩٩٣.

كذلك تتأثر استخدامات المياه المنزلية بعدد الأشخاص القاطنين في المنزل وتشير

المعلومات إلى أن درجات الاستهلاك الفردي تنخفض كلما ازداد عدد سكان المنزل (هاوولينا ويفر ١٩٦٧) (بروفولد ١٩٨٨). كما أن التقنيات المنزلية التي تستخدم المياه مثل المراحيض القليلة الاستهلاك للماء قد تشكل عاملاً فعالاً في تحديد درجة الاستهلاك الفردي، مثلها مثل غسالات الثياب والجلايات. وقد ظهر أن استخدام عدادات المياه مع مراقبة دقيقة وموثقة لاستخدامات المياه تكتسب أهمية كبيرة في تحديد سلوكيات استخدام المياه في المنازل. كما أن الاستخدامات الخارجية للمياه مثل ري الحدائق، رغم أنها ليست شائعة في المنطقة كما هو الحال في الولايات المتحدة، تعتبر محدداً هاماً لكميات المياه المستخدمة. ويبقى أخيراً الفصل في الأمر لأسعار المياه والدخول المالية لسكان المنازل في تحديد استخدامات المياه. ومن المعروف أن ممارسات تبني تقنيات ترشيد الاستهلاك إضافة إلى اعتماد زراعة الحدائق نباتات مقاومة للجفاف ووجود برامج تثقيف مائية ووضع أنظمة تسعير صحيحة، كلها، تترك أثراً كبيراً على كمية استهلاك المياه في المنازل. إن مثل هذه المحددات يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار عند وضع الخطط المائية لأي منطقة.

أما محددات استخدامات المياه في القطاع الصناعي فتختلف من صناعة إلى أخرى وتتأثر بالتقنية المستخدمة وهناك دليل واضح على أن المقاييس الصارمة والقوانين التي تتحكم بنوعية المياه العادمة الخارجة من المصانع تؤدي إلى تحسين عمليات تدوير المياه الصناعية إضافة إلى تخفيض كميات المياه المستخدمة وتخفيض كميات المياه العادمة. ولكن محددات الاستخدامات التجارية والعامة مازالت تخضع لدراسة مستفيضة ولم يتم فهمها بعد ولكن يمكن اخذ صورة كاملة من خلال فحص مدى تأثير الجفاف على استخدامات المياه في تلك القطاعات، فالاستخدامات العامة تتأثر بالمناطق المكشوفة كالحدائق والمتنزهات.

وبينما لا تتشابه نماذج الاستخدامات البلدية في المنطقة قيد الدرس بتلك التي في الولايات المتحدة إلا أن الدراسات الأمريكية يمكن أن تزودنا بمعلومات مفيدة عن تجربة محددات استخدام المياه في الصناعة والبلديات في المنطقة قيد الدرس.

## ■ القطاع الزراعي:

محددات القطاع الزراعي معروفة تماماً وأهمها أشعة الشمس التي تؤثر على كميات النتح والتبخر إلا أن النباتات تختلف في حاجتها إلى النتح وإلى التبخر، لذا تعتمد كمية المياه المستهلكة في القطاع الزراعي على نوعية النباتات المزروعة. كذلك يتأثر التبخر بالتغييرات المناخية كالحرارة والرطوبة وسرعة الرياح وحتى أن النبات نفسه يختلف في متطلباته للنتح باختلاف المناطق المناخية. إضافة إلى ذلك تتأثر كمية الري المستهلكة على مستوى المزرعة ولنفس النبات باختلاف طرق الري المتبعة كالتنقيط والرشاشات وطرق الري الانسيابي والطرق التقنية التي تستخدم الأنابيب المغلقة. وتبقى أسعار مياه الري من أهم محددات استخدام المياه في الزراعة ولكن تأثيرها يظهر في نوعية النباتات المختارة للزراعة أكثر منه في كمية المياه المستخدمة للري (جرين وآل ١٩٩٦) فالنباتات ذات المردود العالي مثل الفواكه واللوزيات والخضار تزرع في المناطق التي ترتفع فيها أسعار المياه. كما أن هناك دليل على أن الأسعار المرتفعة للمياه تؤدي إلى استثمارات أكبر في التقنيات والأساليب الإدارية التي تخفض من خسائر المياه على مستوى المزرعة.

ولكن تخفيض استخدام المياه على مستوى المزرعة يترجم دائماً في تخفيض كمية المياه نفسها فغالباً ما تؤدي التغييرات في التقنية أو في الأساليب الإدارية إلى تخفيض كمية المياه المتسربة إلى الأعماق وتخفيض كمية المياه الجارية. وفي معظم الأحيان تشكل المياه المتسربة من الري مصدراً لتعبئة المياه الجوفية كما أن المياه الجارية في الحقول غالباً ما تصبح في العادة مصدراً للمياه لشخص آخر وبالنتيجة فإن برامج المحافظة على المياه الزراعية يجب أن تفصَّل على شكل يؤمن توفيراً حقيقياً في المياه وليس توفيراً على مستوى المزرعة فقط يؤدي في النهاية إلى نقص المياه لدى شخص آخر (مجلس العلوم الزراعية والتقنيات ١٩٨٨).

والمعلومات حول محددات استخدام المياه في القطاعات البلدية والزراعية هي أقل من المطلوب في المنطقة قيد الدرس. وتحتاج عمليات تطوير الخطط الإدارية ووضع كافة الخيارات لتوازن العرض والطلب على المياه إلى فهم أفضل لنماذج استخدام المياه وللمحددات التي تتحكم بهذه النماذج.

## توصيات

يجب إجراء مراجعة للدراسات العالمية التي أجريت لمعرفة نماذج استخدامات المياه وما هي المحددات التي تتحكم بهذه النماذج. إن مثل هذه المراجعة قد تكون مفيدة جداً في إنجاز دراسات مشابهة في المنطقة قيد الدرس.

توصي اللجنة بأن يتم إجراء الدراسات المتعلقة بنماذج استخدامات المياه ومحدداتها في المنطقة قيد الدرس بأسرع وقت ممكن كجزء من الجهود المبذولة للتخطيط المائي على مستوى المنطقة بأكملها.

## مقاييس انتقاء الخيارات الإدارية للاستخدامات المائية

كلما تغيرت الاقتصاديات وأعداد السكان في المنطقة قيد الدرس كلما برزت الحاجة إلى تطوير إدارة مالية مختلفة وتقييمها. فمستويات استخدام المياه تتأثر بالتغييرات الإدارية التي تؤثر بدورها على كمية طلب المياه كما تتأثر بالتقنيات التي تستخدم لتطوير موارد المياه مثل تبني تطوير جديد ومضمون لتزويد المياه أو تطوير مصدر جديد للمياه. ويتناول الفصل الخامس من هذا التقرير خيارات معينة لإدارة الطلب على المياه وزيادة العرض في المنطقة, ولعل الجمع بين إدارات الطلب والعرض المنتقاة سوف يحدد بشكل ملموس نماذج استخدامات المياه في المنطقة وكما ذكرنا سابقاً فإن مثل هذه التغييرات تجعل من التوقعات الدقيقة والتنبوءات الصحيحة أمراً مستحيلاً. لذلك وبدلاً من بناء تقديرات الخطط على سيناريوهات ليست دقيقة بالضرورة فقد قامت اللجنة بتحديد وتطبيق المقاييس التالية لوضع تقييم أساسي لمختلف الخيارات المقدمة في هذا التقرير. وتعتبر هذه المقاييس في الحقيقة أساساً في تقييم أي خيار لإدارة استخدامات المياه وخاصة في منطقة شحيحة كالمنطقة قيد الدرس.

- **ما هو حجم التأثير المتوقع على مصادر المياه المتوفرة؟**

مع إبقاء جميع العوامل الأخرى متساوية، فإن الخيارات التي تترك آثاراً إيجابية

كبيرة على موارد المياه المتوفرة سواء على مستوى الفرد أو الجماعة ستكون مرغوبة أكثر من تلك التي تترك آثاراً متواضعة. وفي جميع الأحوال فإن برامج إدارة الطلب على المياه التي تستتبع ترشيداً لاستهلاك المياه تترك آثاراً أكبر على موارد المياه المتوفرة أما الخيارات التي تزيد من توفير المياه فهي بالتأكيد ليست محصورة بخطط زيادة العرض وتطوير المشاريع.

### ■ هل الخيار ممكن تقنياً؟

الخيارات التي تهدف إلى إدارة عرض المياه والطلب عليها يجب أن تكون مجدية تقنياً، ففي تقييم الخيارات يجب مراعاة تقدير جدوى وملائمة الخيار وإذا لم يتوفر هذا الأمر فيجب جعله ممكناً من خلال استثمار إضافي في البحث والتطوير.

### ■ ما هي التأثيرات البيئية لهذا الخيار؟

هل سيؤدي الخيار إلى تخفيض أو إلى تحسين نوعية وكمية موارد المياه؟ هل للخيار آثاراً بيئية سلبية؟ أم إيجابية؟ ما هو تأثير الخيار على الكائنات المائية والبرية؟ هل سيؤدي تطبيق الخيار إلى فقدان نبات فريد أو مجتمعات حيوانية نادرة أو جنس معين ثمين (انظر الفصل ٤ لمزيد من المناقشات حول مواضيع عامة).

### ■ هل الخيار مجدٍ اقتصادياً ومنصف؟

ما هي العوامل التي تؤثر في أربحية الخيار؟ هل ثبتت أربحيته؟ هل تؤثر الظروف المحلية على تكاليفه ومنافعه؟ في تقييم الجدوى الاقتصادية، يجب اعتبار جميع التكاليف بما فيها تكاليف التقنيات الخارجية كما يجب ضم التكاليف والمنافع معاً إضافة إلى معلومات محددة حول من سيتحمل التكاليف ومن الذي سينتفع من هذا الخيار؟

### ■ ما هي مضامين المساواة عبر الأجيال؟

لغايات التحليل تُعرَّف فكرة المساواة عبر الأجيال ضمن مصطلحات تضم ثلاثة مبادىء:

١.مبدأ الخيارات المستقبلية ويتطلب اتخاذ تدابير حالية لاتحد من فرص الأجيال المستقبلية في سد احتياجاتها وتحسين ظروفها.

٢.مبدأ صيانة النوعية ويتطلب المحافظة على البيئة سليمة للأجيال المقبلة.

٣.مبدأ الوصول ويتطلب أن يزوِّد كل جيل بإمكانية الوصول إلى ميراث الجيل السابق وأن يحفظ هذا الميراث لكي تتمكن الأجيال المقبلة من الاستفادة منه كما يجب تقييم أي خيار على قدر التصاقه بهذه المبادئ الثلاث. وقد تم تعريف مفهوم الاستدامة كما هو مفسر في مبدأ المساواة عبر الأجيال، بأشكال مختلفة في التقارير العلمية والمنشورات المتعلقة بسياسة المنظمات. ويتطلب هذا الأمر دائماً وضع فرضية زمنية محددة، سواء كانت ظاهرة أم ضمنية بالنسبة لعناصر البيئة التي يجب صيانتها والمقاييس الاجتماعية التي يجب المحافظة عليها بالنسبة لمجتمعات معينة. (بعض التعريفات موجودة في الفهارس).

# الفصل الرابع

## المـــاء والبيئـة

غالباً ما يتم تجاهل أهمية تأثير البيئة بما فيها خدمات الأنظمة البيئية على استدامة موارد المياه، عند التخطيط لمصادر المياه في المناطق قيد الدرس. هذا الفصل يقدم الدليل بأن نوعية البيئة المحيطة تعتمد على الحفاظ على كمية المياه ونوعيتها أولاً، كما أن نوعية المياه الجيدة تعتمد على نوعية البيئة المحيطة بها ثانياً. وإلى درجة أكبر فإن نوعية المياه المقدمة لأهل المنطقة أمراً صعباً ومكلفاً للغاية، فالهموم البيئية هي في قلب توجهات التخطيط لمصادر مياه مستدامة وعلى المخططين في المنطقة قيد الدرس أن يعوا أن العلاقات بين خدمات وسلع الأنظمة البيئية وبين المياه هي علاقات فاعلة ومتحركة.

ومن خلال مراجعته للعلاقات بين الخدمات مثل التنوع البيولوجي وبين مصادر المياه ونوعيتها يبرز هذا الفصل ٤ نقاط رئيسة هي:

١- إن صيانة وتعزيز خدمات النظام البيئي هما أمران أساسيان للتطوير الاقتصادي ولمنفعة المنطقة قيد الدرس خاصة على المدى المتوسط والطويل، وهذه الخدمات كفيلة بتحسين نوعية المياه لسكان المنطقة قيد الدرس والمحافظة على نوعية البيئة بما فيها المياه.

٢- من الضروري، لأجل تحقيق مثل هذه المنافع أن تتم المحافظة على النظام البيئي ما أمكن أو تفعيله وإعادة بنائه. ويشار إلى هذا الأمر باسم "سلامة النظام البيئي".

٣- وإن للتنوع البيولوجي أهمية أخلاقية وحضارية وفنية بالنسبة لكثير من

المجتمعات وينعكس هذا الأمر في القوانين والاتفاقيات العالمية التي تلزم بحمايتـه، إضافة إلى ان العديد من البيئيين يؤمنون أن الحفاظ على التنوع البيولوجي هو أمر أساسي وهام في استدامة وظائف وخدمات النظام البيئي وفي حمايته وتفعيله رغم شحّ المعلومات حول هذا الأمر وعدم وضوحها.

٤- إن هذه الإنجازات تتطلب إيجاد توازن بين الأهداف البيئية والأهداف الاقتصادية قصيرة المدى في جميع الخطط التي تهدف إلى تفعيل مصادر المياه وتخصيصها. وقد يحتاج الأمر إلى الكثير من المعلومات العلمية الجديدة للوصول إلى هـذا التـوازن وتحديد ما يلزم منها وما لا يلزم.

## الخدمات البيئية

الخدمات البيئية هي مجموعة العمليات والوظائف الـتي يقـدمها النظـام البيئـي للإنسان أساساً من خلال مساهمتها في استدامة معيشة الناس والأنظمـة البيئيـة الـتي يديرونها. وعندما تتسبب النشاطات البشرية في تدمير أو إعاقة قدرة الأنظمـة البيئيـة الطبيعية على تزويد السلع والخدمات يصبح لزاماً أن تعـوّض هـذه الأخـيرة بطـرق اصطناعية. والمثال على هذه البدائل يكمن في محطات معالجة المياه العادمة وفي أنظمة تصفية المياه وتنقيتها وبرامج مكافحة التعرية وغيرها. وقد أظهرت الخبرة الواسعة في هذا المجال أن البدائل الاصطناعية لخدمات أنظمة البيئة الطبيعيـة هـي بـدائل مكلفـة ودون مستوى الأخيرة. وغالباً ما يتم إساءة تقدير أنظمـة الخـدمات البيئيـة الطبيعيـة وتجاهلها لأنها تقدم خدماتها وسلعها بدون أية كلفة مادية وبذا تظهر وكأنهـا بـدون قيمة . على سبيل المثال: إن قيمة المياه الجوفيـة تشـمل فوائـد ضـخّها (اسـتخدامات منزلية وصناعية وزراعية) إضافة إلى خدماتها الطبيعية الأصلية مثـل تقـديم المسـكن والموئل للكائنات الحية وإعالتها والمحافظة على الأرض ومعالجـة أي نقـص دوري في الميـاه وامتصـاص تلـوث الميـاه في بـاطن الأرض او التخفيـف مـن أثـره (ن. ر. سي١٩٩٧). ومن الأفضل أن تُفهم مثل هذه الأمور ويتم المحافظة عليها بشكل جيـد من أجل الاستفادة من خدماتها.

وتصنّف خدمات الأنظمة البيئية بناءً علـى علاقتهـا بـالهواء والتربـة والميـاه، أو

بالثلاثة معاً مثل خدمة امتصاص وتفكيك سُمِّية الملوثات، كما أن بعض هذه الخدمات يمتد على مستوى الكوكب وقيمتها أساسية في المحافظة على التركيب الغازي في الهواء وتنظيم حرارة الهواء وتنظيم النماذج المناخية المحلية والعالمية.

وعلى الرغم من إنتاج كميات متزايدة من المحاصيل المدِّرة للأموال والمزروعة على بدائل غير ترابية في المنطقة قيد الدرس (المستنبتات أو الدفيئات الزراعية) إلا أن التربة تبقى مادة عالمية للخدمات البيولوجية البرية. وتكوُّن التربة عادة من تفكك الصخور على القشرة الأرضية وتحللها، وتؤثر الكائنات تأثيراً مباشراً على هذا التحلل أو بشكل غير مباشر من خلال توسطها في حركة تأثيرات المياه والهواء على التحلل.

لذلك فإن أهم الخدمات التي يقدمها النظام البيئي يتمثل في إنتاج التربة وصيانتها. والتربة قد تضيع نتيجة عوامل التعرية التي تسببها الرياح والمياه وبمعدلات أسرع من إعادة إنتاجها. وعادة ما يمنع الغطاء النباتي أو يبطىء من عملية التعرية. وفي الأراضي الجافة يلعب الغطاء النباتي على الرغم من ندرته دوراً مشابهاً يتعزز بنشاطات الكائنات الحية التي تصنع القشرة الترابية مثل بكتيريا التمثيل الضوئي والطحالب والأشنة والحزاز (بوكن وشاشاك ١٩٩٤) وترتبط مسألة المحافظة على التربة بخدمات الأنظمة البيئية المرتبطة بالمياه والتي ترتبط بالتالي وبشكل مباشر بالموارد المائية المستدامة.

والحفاظ على الدورة المائية هي خدمة هامة أخرى تقدمها الأنظمة البيئية وهنا تلعب النباتات دوراً كبيراً تبرز أهميته في الأراضي الجافة، فبنية النبات وشكل نموه وعلاقته بالمناخ، كلها عوامل تؤثر في مصير حبَّات المطر التي تسقط عليه (ما يعلق بالتربة وما يجري على الأرض وما يعود منه للجو) كما يولِّد الفيء الذي يخفف من تبخر الماء عن سطح التربة.

ويعتمد التأثير الكلي للغطاء النباتي في توازن الماء والخدمات البيئية في المنطقة بأسرها على تركيب المجتمعات النباتية فالمجتمع النباتي يتألف من مجموع الكائنات التي تعيش في هذا النظام البيئي والتركيب المكاني لهذا المجتمع يحدد مدى تأثير الغطاء

النباتي على توازنات المياه في النظام البيئي وعلى التوازنات المائية المجاورة والأنظمة البيئة القريبة أو حتى البعيدة منها.

تعتبر الخدمات المرتبطة بالمياه خدمات مُدْخلة وتشمل ترطيب التربة والحفاظ على رطوبتها وإعادة تعبئة الأحواض الصخرية والسيطرة على الملوحة والتعرية، أما الخدمات المخرجة فأهمها إعادة المياه إلى الجو وهذه العملية تعد خدمةً على صعيد الكوكب كله. أما على الأصعدة المحلية والإقليمية في الأراضي الجافة فهي أكثر إلى جانب الإساءة والضرر. والتوازن بين المنفعة والضرر غير معروف هنا ويقول ستانهيل (١٩٩٣) أن المنطقة الرطبة الشمالية القريبة من إسرائيل والتي تتلقى بين ٤٠٠ م م إلى ٨٠٠ م م من الأمطار سنوياً كانت قبل ١٠,٠٠٠ سنة نظاماً بيئياً طبيعياً مكسواً بالأشجار الخفيفة. وكان حجم الأمطار التي تهطل في سنة معينة وعلى منطقة معينة ناقص حجم المياه العائدة إلى الجو في نفس المنطقة ونفس السنة يبلغ ١٥٩٠ كم$^{٣}$ سنوياً وهو رقم أقل من الرقم الحالي البالغ ١٨٤٦ كم$^{٣}$/ سنوياً حيث أصبحت المحاصيل الزراعية تكسو هذا المنطقة بإدارة أنظمة بيئية كفؤة. ويبدو من هنا أن التربة ذات الأنظمة البيئية المكونة من شجيرات صغيرة، يتبخر ماؤها أكثر من تلك التي تدار بكفاءة في إسرائيل ولكن يجب هنا حساب المساهمات الإيجابية التي تقدمها تلك الأنظمة في تعبئة الأحواض الصخرية وفي التوازن المائي في إسرائيل مقارنةً مع مساهمات الأنظمة البيئية المدارة كما يجب أن تُقيِّم هذه المساهمات مقابل النتح والتبخر الذي يحصل في تلك الأنظمة المدارة.

## الخدمات التي تقدمها التجمعات المائية

تعتبر الأنظمة البيئية الموجودة في التجمعات المائية المكشوفة أكثر انسجاماً في مواقعها وأقل محدودية من الأنظمة البيئية البرية. ولكن المنطقة قيد الدرس ولكونها بمعظمها أراضٍ جافة تفتقر إلى التجمعات المائية الكبيرة. كذلك تتعرض هذه الأنظمة البيئية المائية إلى ضغط شديد لدرجةٍ أن بعضها قد تم استبداله كليّاً بأنظمة برية. وفي هذا القسم من الفصل سوف نتحسس خدمات الأنظمة البيئية في المنطقة قيد الدرس. وهذه الأنظمة هي الأنهار والبحيرات والأراضي الرطبة (السبخات).

## الأنهـار

يبدو حالياً أن اكثر الخدمات البيئية التي تقدمها الأنهار هي المعالجة الطبيعية للمياه العادمة، فخدمة معالجة المياه العادمة لمعظم الكائنات المائية في الأنهار تسهلها الصفات المؤكسدة لتيار الماء في النهر وسرعته، كما أن الحيوانات النباتية واللاحمة التي تعيش حول النهر تساهم في عملية تنظيم الأجناس التي تحيا على هذه المياه المستصلحة وبذا تدخل في تكوين نوعية المياه التي يوفرها النهر.

## البحيرات

من بين البحيرتين الرئيستين الموجودتين في المنطقة قيد الدرس، تعرف الأولى عالمياً بالبحر الميت وبعدم وجود حياة فيها على الإطلاق. أما الثانية وهي بحيرة طبريا فتستخدم كخزان لتزويد معظم أنحاء إسرائيل بمياه الشرب، وقد تم تخصيص جزء من مياهها حديثاً لتزويد الأردن والضفة الغربية وقطاع غزة. من هنا نرى أن الخدمة التي يقدمها هذا النظام البيئي هي تخزين المياه والحفاظ على نوعيتها الملائمة للشرب. وتساهم البحيرات بشكل عام في تزويد أنظمة الخدمات البيئية بخدمة معالجة المياه العادمة ولكن ليس بقدر فعالية الأنهار.

## السبخات

وهي الأراضي الرطبة التي يكون منسوب المياه فيها على السطح أو قريباً من السطح والأراضي المغطاة بمياه ضحلة وتتسم تربتها بصفات كيميائية وفيزيائية وبيولوجية تشبه المناطق المشبعة أو المغمورة بالمياه (كواردين وآل ١٩٧٩، ن. ر. سي ١٩٩٥ أ) وقد تم تصريف مياه معظم الأراضي الرطبة في المنطقة قيد الدرس تصريفاً كلياً (المنطقة الساحلية في إسرائيل) أو جزئياً (بحيرة الحولة وواحة الأزرق) أما باقي المياه فتتركز حول البحر الميت الذي مازال محافظاً على وضعه رغم صغر مساحته نسبياً. وتتميز السبخات ببطء حركة المياه فيها مما يتسبب في تقليل نسبة الأكسجين وجعلها غير فعالة في معالجة المياه العادمة إلا أن بطء حركة الماء يتسبب في ترسيب العلائق ويعطي متسعاً من الوقت لإتمام عملية تحلل المواد الكيميائية السامة وتفتيت

المواد العضوية. كما انه يدعم نمو الغطاء النباتي الملائم للمناطق الرطبة والذي يبطئ تحرك المياه أكثر وأكثر ويحد من عمقها وبذا يساعد على تمددها وانتشارها. ويعطي هذا التمدد خدمة فريدة للنظام البيئي فهو يساعد على تخزين مياه الفيضانات ويخفف من حدة التيار. وبذا تساهم السبخات في الحد من التأثيرات المدمرة للفيضانات على الاقتصاد والبيئة مثل تعرية التربة. وبينما تفتقر منطقة الأزرق لهذه الخاصية بسبب انغلاق أراضيها الرطبة نرى أن بحيرة الحولة قبل تجفيفها كانت فعالة جداً في هذا الخصوص.

## الأنظمة البيئية المائية الاصطناعية

تظهر جميع أنواع التجمعات المائية الاصطناعية على شكل أنظمة وخدمات بيئية مدارة وهذه التجمعات تشمل برك الأسماك (بشكل رئيسي في إسرائيل) ومحطات تنقية المياه العادمة (محطة شفدان في إسرائيل) والقنوات الناقلة للمياه والسدود (الناقل القطري في إسرائيل وقناة الغور في الأردن) وغيرها من الخزانات المكشوفة (مثل حواجز مياه الفيضان في الأردن وإسرائيل).

وبعد إنشاءها على الفور تصبح هذه التجمعات مستوطنات للكائنات المائية والنباتات واللافقاريات والخفافيش آكلة الحشرات (كارميل وسافر بيل ١٩٩٨) وبالتالي تصبح أنظمة بيئية مدارة بكثافة تعكس فعاليات الكائنات الحية التي تستوطنها على الرغم من أنها أنشئت فقط لمعالجة المياه العادمة. ومثلها مثل أي نظام بيئي طبيعي وغير مدار بكثافة تقدم الأنظمة البيئية في هذه التجمعات الاصطناعية خدمات تحسن نوعية المياه العادمة، والكثير من هذه التجمعات المائية تعتبر مواطناً هامة للطيور وخاصة الطيور المهاجرة أو الطيور التي تستخدمها في الشتاء. كما أنها تدعم الحياة البرية (USEPA 1993) ففي إسرائيل أصبحت محطة تنقية شفدان مركزاً جذاباً لعشاق مراقبة الطيور سنوياً، وتستخدم المحطة كمادة للتدريس في الجامعات. وللحقيقة فإن معظم التجمعات المائية الاصطناعية في المنطقة قيد الدرس تدعم التنوع الجيولوجي لطيور كثيرة ولكائنات مائية وبرية عديدة تعيش على ضفافها.

# التنوع البيولوجي

التنوع البيولوجي يعني تعدد المجموعات ضمن الفصيلة الجنسية الواحدة كما يعني تعدد الأجناس وتعدد المجتمعات البيئية، وباختصار فإن التنوع البيولوجي يعني تنوع الحياة على الأرض وحماية الأجناس المهددة. وقد ظل التنوع البيولوجي الشغل الشاغل للعديد من الناس ولفترة طويلة من الزمن، ونتيجة لذلك نظر الكثيرون إلى العلم كوسيلة لتزويدهم بتقديرات كمية حول أهمية التنوع البيولوجي. ورغم صعوبة هذه المحاولة إلا أنه بقيت هناك أسباباً كثيرة لحماية التنوع البيولوجي وعلى سبيل المثال فقد تولى ساجوف شرح صعوبة تفهم موضوع حماية التنوع البيولوجي أو حتى الأجناس الفردية على أساسٍ اقتصادي بحت، ولكنه أكدَّ أن أفضل الأسباب التي تدعو إلى حماية التنوع البيولوجي هي أسباب أخلاقية ومعنوية وحضارية وجمالية. وقد انعكست وجهة النظر هذه في الكثير من القوانين والمعاهدات العالمية إذ أطلقت الولايات المتحدة مرسوماً في موضوع الأجناس المهددة عام ١٩٧٣ ينصُّ على أن من ضمن سياسات الكونغرس أن تسعى الدوائر والمؤسسات الفيدرالية إلى حماية الأجناس المهددة، ويضيف المرسوم أن تحديد هذه الأجناس يقوم فقط على أفضل المعلومات العلمية والتجارية المتوفرة بدون العودة إلى أية اعتبارات اقتصادية (قيم ٤ب أ).

وعودة إلى المنطقة قيد الدرس، نجد أن الملحق ٤ من معاهدة السلام الأردنية الإسرائيلية (انظر ملحق أ) يشمل التزامات بحماية التنوع البيولوجي والمصادر الطبيعية، ولعل ظهور المتنزهات والمحميات في مختلف أجزاء المنطقة قيد الدرس هو دليل آخر على التزام المنطقة بتعهداتها حول حماية التنوع البيولوجي.

إن ما ورد ذكره لا يعني بأية حال من الأحوال أن التنوع البيولوجي يفتقر إلى القيمة الاقتصادية أو أنه عامل غير هام في المحافظة على خدمات وسلع الأنظمة البيئية. ومن الواضح أن بعض الأجناس تملك قيماً اقتصادية هائلة إضافة إلى أهميتها البيئية، كما أن بعض الأنظمة البيئية تنطوي على قيم سياحية ذات قيمة اقتصادية عالية. فعلى سبيل المثال ورغم افتقار المنطقة قيد الدرس لوجود الغابات الخضراء

الواسعة إلا أن التباين الحاد بينها وبين الأجواء الصحراوية في المنطقة تجعل منها مصدراً للمتعة والإلهام.

أما الأنظمة البيئية المائية فهي على قدر أكبر من الأهمية من هذه الناحية خاصة عندما تطل في وسط الصحاري كواحة الأزرق الخلابة أو كالسبخات المائية والواحات المنتشرة حول البحر الميت، وتأتي بحيرة طبريا على رغم وقوعها في منطقة قليلة الخصوبة نسبياً، لتشكل منطقة جذب للسياحة والتنزه وخاصة في فصل الصيف.

من ناحية أخرى تشكل الصحاري بتنوع أجناسها مناظراً طبيعية مغايرة بشكل حاد للمناظر التي تعوَّد السواح الأجانب على رؤيتها في ديارهم لذلك تراهم يقصدون المنطقة قيد الدرس للتمتع بمناظرها مما يشكّل مصدراً كبيراً للدخل فيها.

وبدون الحد الأدنى من التنوع البيولوجي فإن الأنظمة البيئية تفقد فعاليتها حتى ولو كانت العلاقة الفعالة بين الاثنين غير واضحة المعالم (جريم ١٩٩٧). إضافة إلى ذلك فقد حذّر الكثيرون بأن الجهل بالعلاقة بين التنوع البيولوجي والنظام البيئي في الوقت الحالي لا يعني أن نأخذ موقف لا مبالي من مسألة إبادة الأجناس. فالجنس الذي يذهب لا يعود أبداً وحينها قد نكتشف متأخرين أن أهميته البيئية كانت كبيرة جداً (بيرنغز ١٩٩١) وقد حذر ساجوف عام ١٩٨٨ أن مثل هذه الخسارة أحياناً قد لا تعوض.

لذا، ولكل الأسباب المذكورة سابقاً، أكدَّت اللجنة على ضرورة حماية التنوع البيولوجي وعلى أن تخطيط مصادر المياه يجب أن يأخذ هذا الأمر في الحسبان. كما أن حماية التنوع البيولوجي غالباً ما تتطلب حماية الأنظمة البيئية وحماية خدماتها وسلعها. وتدخل حماية الاثنين ضمن هدف مشترك سيتم مناقشته في الأقسام اللاحقة من الفصل.

## القيم الاقتصادية الفردية للأجناس

تنبثق القيم الاقتصادية للأجناس بشكل عام من قدرتها على تزويد الغذاء والوقود والألياف إضافة إلى أن بعض الأجناس تقدم سلعاً طبية وزينية وفنية. ويتألف الغذاء البشري من هذه الأجناس ومن منتجاتها، ومعظم الأجناس التي يستهلكها سكان الكرة الأرضية سواء أجناس مدجنة أو مزروعة تنبثق من أجناس أصلية يوفرها التنوع البيولوجي وتقدمها الحياة البرية. والعديد من الأجناس المدجنة وخاصة تلك التي تقدم الغذاء لم تعد موجودة في الأنظمة غير المدجنة (الحياة البرية) ولكن أسلافها وإلى حدٍ أكبر أقاربها البريين ما زالوا موجودين في الأنظمة البيئية الطبيعية. وهذا التنوع الجيني لهذه الأسلاف هو ما يمثل النفع الأساسي للتنوع البيولوجي.

ولعل من سخرية القدر أن تكون هذه الأجناس المدجنة، هي أكثر الأجناس المهددة على وجه الأرض على الرغم من أعدادها الكبيرة ومن انتشارها الواسع، فقد أدَّت الجهود التي بذلت في سبيل زيادة إنتاجها إلى محي تنوعها الجيني وفقدت هذه الأجناس تدريجياً من مقاومتها للتغييرات البيئية والأمراض والطفيليات والحيوانات المنافسة الأخرى. فالكثافة العالية لهذه الأجناس إضافة إلى تواصل أمكنة معيشتها ببعضها البعض وتعميم انتشارها عالمياً أدّى إلى حصول تماثل في تركيبها الجيني وبالتالي سرعة انتقال مسببات وفياتها. وجعلها هذا الأمر عرضة للإبادة (هويت ١٩٩٢) أما أسلافها وأقاربها البريين فمازالوا يشكلون مستودعاً متنقلاً للتنوع الجيني وهو تنوع يمكنه أن يقاوم مشكلة الإبادة الجينية للأنواع المدجنة وبذا يقلص من خطر فنائها.

وتعتبر المنطقة قيد الدرس في هذا التقرير واحدة من أكثر المناطق غنًى في أسلاف وأقارب الحيوانات المدجنة (زوهري ١٩٨٣) ولكن استخدامات الأراضي التي تعتمد على الري تدمر موائل هذه الحيوانات المتنوعة الجينات لأنها تواصل تغيير البيئة حولها (زوهري ١٩٩١) وفي حين يعتبر هذا التنوع الجيني ضماناً ضد الكوارث الزراعية فإن خسارته بسبب الاستخدام الجائر للري يعرض استدامته على المدى الطويل للخطر ويساهم في فقدان استدامة الاستخدامات المتعلقة بموارد المياه.

والعديد من الأنواع البرية سواء المائية منها أو الأرضية تعتبر ذات قيمةٍ تجارية عالية ويدور البحث عن النباتات البرية بشدة وتجمع هذه النباتات بكلها أو بجزئها لاستخدامها في أدوية الأعشاب وفي العطور والطب والزينة، وبعضها معروف بكونه نبات رعي رئيسي تعتمد عليه قطعان الماشية في المراعي. وهنا يأتي التوسع في الزراعة المروية على حساب هذه النباتات ذات التنوع البيولوجي والمنفعة الاقتصادية الكبيرة.

وفي نفس الوقت لا يوجد حالياً لمعظم الأجناس أية قيمة اقتصادية على المدى القصير. فمن بين ٢٦٦,٠٠٠ جنس معروف في النباتات (رافن وجونسون ١٩٩٢) يستخدم ٥٠٠٠ فقط كنباتات طعام و ٢٣٠٠ كنباتات مدجنة و ٢٠ نبتة فقط هي التي تزود سكان الكرة الأرضية بمعظم الطعام (فرانكل وسولي ١٩٨١) ويعتبر إنتاج الغذاء اليوم محدوداً بمساحة الأراضي الزراعية وبكميات المياه إضافة إلى الأمراض والحشرات ولكنه ليس محدوداً من ناحية أجناس الطعام. إلا أنه في حالة فشل الأجناس الغذائية الحالية لأسباب تتعلق بالتهديد بالفناء أو بالانقراض، فهناك دائماً البدائل البرية التي يمكن أن يسعى الإنسان لتدجينها، لذا تكوّن مجمعات الأجناس الطبيعية مستودعاً للغذاء والاستخدام بالنسبة للبشر.

وينظر المزارعون إلى الأنظمة البيئية المجاورة لمزروعاتهم كمصدر للحشرات الضارة والأمراض مع أنها في معظم الأوقات تكون مصدراً لأعداء هذه الحشرات والأمراض الضارة. من هنا نرى أن الأنظمة البيئية الطبيعية تقدم خدمات هامة ذات قيمة اقتصادية عالية كما نلاحظ أيضاً أن استخدام المبيدات الكيميائية لمكافحة الحشرات تؤدي إلى مكافحة أعداء هذه الحشرات أيضاً لذا فإن القيمة الكامنة في الأنظمة البيئة غالباً ما لا يتم ملاحظتها.

## الصراعات بين تطوير مصادر المياه وخدمات الأنظمة البيئية

جميع الأجناس التي تنفع الإنسان والموجودة في العالم أو في المنطقة قيد الدرس تستخدم الأرض، وهذا الاستخدام يعتبر منافساً للزراعة المروية لذا فإن تحسين

مصادر المياه لا يقلص من الفائدة الاقتصادية لتوسيع الزراعة فحسب، بل يقلص من استدامة الإنتاج الزراعي الذي يعتمد سواء على الأمطار أو على الري.

إن هذا التناقض الكامن يتطلب تقييماً لذلك الجانب من التنوع البيولوجي ذو الأهمية الاقتصادية، والأفضل من ذلك تقييماً لذلك الكسر الجزئي من قيمة ذلك الجانب والذي لم يتم التعرف عليه بعد في أي مكان (لاتون ١٩٩١) فجميع الأجناس بمختلف مجموعاتها يجب اعتبارها أعضاء محتملة في هذه الطبقة الاقتصادية الهامة إلى أن يصبح بالإمكان على الأقل التعرف على قسم كبير من الكائنات النافعة كما يجب وزن منافعها مقابل منافع التطور الناتج عن موارد المياه في المنطقة.

## مصادر المياه، التنوع البيولوجي، والتصحّر

هناك علاقة أساسية بين الأنظمة البيئية والتصحر وفقدان التنوع البيولوجي والتغيرات المناخية ضمن سياق استدامة مصادر المياه. والتصحر هو انحطاط الأرض في المناطق الجافة بسبب سوء الإدارة أو الاستخدام الجائر. ويجلب تزايد السكان وارتفاع الطلب على المصادر الطبيعية في المناطق شبه الجافة، مشاكلاً مثل الازدحام والرعي الجائر وتحول الغابات إلى أراضٍ للرعي (مثلما حصل عندما قامت القوات التركية مع بداية القرن العشرين بقطع أشجار الغابات واستخدامها لبناء سكك حديد القطارات وكوقود لها)، والاستخدام الجائر لنباتات المراعي كوقود للنار. ويؤدي رفع الغطاء النباتي وتحطيم قشرة التربة إلى تعريضها للتعرية من قبل المياه والرياح وبالتالي إلى فقدان إنتاجيتها وإلى تصحُّرها الذي لا رجعة فيه. وخسارة الغطاء النباتي تتسبب في تقلص القدرة على شحن الأحواض الصخرية وتزيد من فرص إضاعة مياه الفيضانات كما أنها تقلّصُ من امتصاص الكربون في الجو وبذا تفاقم مشكلة الأنحباس الحراري الذي تعاني منه الأرض.

وهناك نوع آخر من انحطاط الأراضي يترافق مع تحول أراضي المراعي التي تغطيها الأعشاب طوال العام إلى أراضٍ زراعية والتي تفقد إذا لم ترو غطائها النباتي المؤقت مما يسبب المزيد من تعرية التربة.

أما إذا تم ري الأراضي الزراعية فإن هذا الري يمكن أن يحمل معه ملوحة التربة العليا فقلة توفر مياه الري لا تسمح باستخدام كميات كافية من الماء لغسل الأملاح من التربة كما أن التبخر يترك الأملاح في أقسام التربة العليا، وعندما تهجر هذه الأرض بسبب الملوحة يصبح من الصعب إعادتها إلى وضعها الأصلي كمراعي لأن معظم نباتات الرعي لا تتحمل هذه الزيادة في الملوحة، ومن هنا يبدء انحطاط الأرض إلى أن يصل الأمر إلى نقطة اللاعودة والتي تدعى هنا بالتصحُّر.

وبالنتيجة، فإن زيادة موارد المياه يسمح بالاستخدام المكثف لأراضي الرعي وتحويلها بالتالي إلى أراضي زراعية في منطقة شبه جافة مما يؤدي إلى فقدان التنوع البيولوجي ونقص خدمات الأنظمة البيئية مثل الحفاظ على التربة وإعادة تعبئة الأحواض الصخرية وترسيب الكربون وتتفاقم بالتالي مشكلة التصحر ومشكلة ارتفاع حرارة الأرض.

وللتصحر جذور تمتد إلى وقوع اضطرابات خارجية (بوغ دو فابر يغاس ١٩٩٥) منذ سنين وعقود مضت، وقد عادت لتظهر اليوم بشكلها الحالي. ولهذه الأسباب تكمن أهمية منع التصحُّر من خلال تجنب الاستخدامات غير المستدامة للمياه قبل أن تؤدي هذه الاستخدامات إلى فقدان التنوع البيولوجي وإعاقة تقديم خدمات الأنظمة البيئية مثل إعادة تعبئة الأحواض وأخيراً إضعاف استدامة مصادر المياه في النهاية.

## التكاليف البيئية لتطوير مصادر المياه

يحتاج صانعو السياسة والمخططون والأفراد في المنطقة قيد الدرس إلى اتخاذ قرارات حول الكثير من النشاطات التي تتراوح من مشاريع تطوير عالمية إلى مبادرات فردية فيما يخص استخدامات المياه والتخلص من النفايات ونوعية الزراعة في الحدائق أو في الحقول، ولكي يتم اتخاذ قرارات حول مثل هذه النشاطات وحول تخصيص موارد المياه لعدة استخدامات مختلفة في المنطقة قيد الدرس، يجب إيجاد توازن بين الأهداف البيئية والاقتصادية وغيرها. عندما لا تكون هذه الأهداف ممثلة

لنفس استخدامات المياه ومن أجل تقدير هذا التوازن وتحديد المخارج المقبولة، كما يجب استخدام المعلومات العلمية الحديثة وهي معلومات سوف نكون بحاجة ماسةٍ إليها.

في الفصول السابقة قمنا بشرح كيفية اعتماد نوعية البيئة على السلع والخدمات المقدمة بلا ثمن من قبل أنظمة البيئة وشرحنا كيف أن الازدهار الاقتصادي ونوعية المياه والحفاظ على مصادرها تعتمد على نوعية البيئة، والقسم التالي من الفصل يصف بعض العواقب التي قد تنتج عن فشل صيانة خدمات النظام البيئي من خلال خسارة الأراضي التي يحتاجها هذا النظام لضمان بقائه.

ويبين القسم التالي بعض العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار في وضع التقييمات وتحديد المستخلصات الجدية من خلال وصف التفاعل بين البيئات وأنظمة الخدمات البيئية والمياه بكميتها ونوعيتها وبين النشاطات البشرية. لذا علينا أن نقوم أولاً بتشخيص التنوع البيولوجي في المنطقة قيد الدرس في سياق مصادر المياه ثم نصف تأثيرات تطوير مصدر المياه على التنوع البيولوجي وعلى خدمات النظام البيئي، وأخيراً نستشف الطرق التي تساهم في تخفيف الآثار السلبية على تحقيق استدامة مصادر المياه في المنطقة قيد الدرس.

## التنوع البيولوجي في المنطقة قيد الدرس

يحمل التنوع البيولوجي المتعلق باستخدامات المياه في المنطقة قيد الدرس السمات التالية:

١- تتألف البيئة في المنطقة قيد الدرس من أنظمة بيئية جافة وشبه جافة وجافة شبه رطبة. ويحمل التنوع البيولوجي في المنطقة صفة الأراضي الجافة ذات الغطاء النباتي المحدود بسبب شح المياه إضافة إلى جميع صفات التنوع التي تتأثر مباشرة أو غير مباشرة بتذبذب كميات المياه وعدم انتظام توفرها (نوي مير ١٩٧٣).

٢- تأثرت بيئة المنطقة بالنشاطات البشرية لفترة طويلة ومتواصلة وفي المحتمل جداً أن يكون التطور الحديث في الأنواع البيولوجية والذي وصلت إليه المنطقة قد

حصل خلال فترة وجود الإنسان وأن ممارسات الإنسان ونشاطاته قد ساهمت في عملية الاختيار الطبيعي مثلها مثل أي عامل آخر.

وتنطوي السمتان ١ و٢ على حقيقة أن الكثير من الأجناس في المنطقة قيد الدرس قد اختارتها الطبيعة للبقاء بسبب تحملها لشحّ المياه وتذبذبها وبسبب التدخلات البشرية. لذا يمكننا اعتبار الأنظمة البيئية في المنطقة قيد الدرس، أنظمة مقاومة ومرنة.

٣- المنطقة قيد الدرس ليست منطقة تقاطع قارات أفريقيا وآسيا وأوربا فحسب بل منطقة تقاطع أقاليم بيوجغرافية مختلفة فهي مزيج من الصحراء العربية الأفريقية والمنطقة الطورانية الإيرانية وإقليم البحر المتوسط.

بل أنها تتعدى ذلك إلى أقاليم أوروبا الشمالية والحبشة (الأفريقية الاستوائية) وتتضمن السمات ١ و ٣ ثلاثة نقاط: المنطقة قيد الدرس غنية بأجناسها بشكل عام كما أن معظم الأجناس تتواجد فيها بأعداد هامشية، وأيضاً على الرغم من أن الأنواع الموجودة لا تعتبر نادرة في المنطقة ولكن مجتمعاتها وتشكيلاتها الإقليمية هي النادرة ففي هذه المنطقة على سبيل المثال تتفاعل الأنواع الآتية من سهول آسيا الخالية من الشجر مع الأنواع القادمة من الصحاري.

## آثار استخدام المياه على التنوع البيولوجي المحلي وخدمات الأنظمة البيئية

يبدو واضحاً مما ذُكر أن الأنواع البيولوجية وخدمات الأنظمة البيئية تعتمد على الماء وتنطوي مشاريع تطوير مصادر المياه في المنطقة قيد الدرس على ستة ممارسات رئيسة هي: نقل المياه من البحيرات والأنهار، ضخ المياه من الينابيع ومن الجمعات المائية المغلقة في هياكل إسمنتية، صرف جوفي للسبخات والبرك الكبيرة، تصريف المياه من التجمعات المؤقتة، ضخ من الخزانات الصخرية وحجز مجاري مياه الفيضانات واحتجازها في خزانات. ويحمل كلٍ من هذه الممارسات آثاراً ملموسة على التنوع البيولوجي وعلى أنظمة الخدمات البيئية في المنطقة.

## إدارة البحيرات والأنهار

تأثر اقتصاد المنطقة كثيراً بالمشاريع المائية الكبيرة التي ساهمت في دعم الزراعة المروية والتطوير الحضري وقد ترافقت هذه المشروعات مع إدارة أنظمة الأنهار فقد استخدم نهر اليركون الساحلي الذي تغذيه ينابيع عين عفيق على السفوح الجبلية لدعم مشروع خط اليركون ± النقب كما أن إدارة حوض نهر الأردن في الوادي ساهمت في ظهور الناقل القطري الإسرائيلي وقناة الملك عبد الله في الأردن وهذه المشاريع أدّت إلى قيام ثورة زراعية وتطور ريفي على حساب التنوع البيولوجي وخدمات الأنظمة البيئية، وهي أمور تتعلق معظمها بنوعية المياه.

وكما يظهر الملحق (جـ) وبتفصيل أكبر فإن التوجه نحو إدارة تشمل كامل حوض نهر الأردن قد يكون أساسياً في تحقيق استدامة شاملة لتطوير مصادر المياه في المنطقة، فهو توجه يعطي توازناً راجحاً بين تزويد المياه للمنطقة وبين صيانة وتطوير خدمات الأنظمة البيئية المتعلقة بنوعية المياه مثل سبخات الحولة وبحيرة طبريا كما أنه يدعم التنوع البيولوجي في حوض نهر الأردن السفلي وسواحل البحر الميت.

## تجميع مياه الينابيع

تتراوح الينابيع الموجودة في المنطقة قيد الدرس بين تلك التي تغذي التجمعات المؤقتة وتلك التي تغذي الأنهار الدائمة والكثير من هذه الينابيع يتم ضخّها في خزانات إسمنتية مغلقة لمنع وحماية المضخات من التخريب. وقد أثّرت هذه الممارسات على التنوع البيولوجي في ضفاف الأنهر وحتى داخل الأنهر نفسها، كما أثّرت خاصة على النباتات والأجناس المائية مثل اللافقاريات، ويمتد تأثير تجفيف الينابيع وحجز مياهها إلى الأجناس البرية المجاورة لها وحتى إلى أبعد من ذلك.

## تصريف مياه السبخات والبرك

مع نهاية القرن التاسع عشر كان هناك ما يقارب ٢٠٠,٠٠٠ دونم من الأراضي الرطبة غرب نهر الأردن، وقد تم اليوم تجفيف ٩٧% منها وكانت الدوافع وراء ذلك

هي تخفيف التبخر وتجميع المياه للزراعة وزيادة رقعة الأراضي الزراعية والقضاء على الملاريا. وقد تراوحت إدارة التصريف هذه من تحويل السبخات بأكملها إلى أراضٍ زراعية، إلى تصريف أساسي لها مع إقامة محمية طبيعية على جزء من المساحة التي صُرِّفت مياهها او إلى إعادة تأسيس منطقة سبخات أخرى من خلال تجميع المياه الفائضة. وقد امتدت آثار هذا التصريف إلى الأنظمة البيئية المجاورة والبعيدة مثل البرمائيات والحيوانات التي تتغذى على الأسماك وغيرها. فقد كانت سبخات كبَّارة الواقعة على السهل الساحلي الإسرائيلي تستخدم من قبل الحيوانات المفترسة منذ عصور الإنسان قبل التاريخ (تشرنوف ١٩٩٤) وظل يسكنها تمساح النيل حتى نهاية القرن التاسع عشر. كذلك استخدمت هذه السبخات كمحطات للطيور المهاجرة التي كانت تقطع الصحاري للتزود بالماء خلال هجرات الربيع والشتاء، مثال على ذلك بحيرة الحولة وواحة الأزرق، وقد أثّرت خسارة هذه السبخات على الطيور الأوروبية والأفريقية وربما يصل الأمر في النهاية إلى تعديل نماذج هجرات الطيور عابرة الصحراء.

## خسارة البرك المؤقتة

تظهر في فصل الشتاء في المنطقة قيد الدرس برك مياه كثيرة لا تلبث أن تعود وتجف خلال أشهر الصيف الطويلة ومعظم هذه البرك تنشىء من سدود ومحاجر قديمة كانت تستخدم لتجميع مياه الشرب لقطعان الأغنام مع بداية الصيف وتعتبر هذه البرك موئلاً لتنوع بيولوجي فريد يتكيف مع الظروف المائية المؤقتة من خلال تبني طرق حياة برمائية أو قضاء وقت السبات في أوكار رطبة في قيعان البرك بعد جفافها. وتجتذب هذه البرك كثيراً من الحيوانات البرية التي تأتي لتشرب أو لتصطاد حولها وقد تمّ قطع هذه البرك عن مصادر مياهها وتجفيفها لتحويلها إلى أراضٍ زراعية وبقي بعضها ليصبح مصارفاً للمياه العادمة ذات السمِّية العالية والتي تحتوي أيضاً على مواد عضوية ثقيلة. كما أن عدداً من البرك التي بقيت قائمة تتعرض للتجفيف عمداً أو ترشُ بالمبيدات للسيطرة على البعوض فيها، وقد أدّى هذا الرش والتجفيف وتغيير المواقع الفريدة لهذه البرك إلى منع تنقل الأجناس الحيَّة بينها وبالتالي إلى

تقليص تنوعها البيولوجي. فعلى سبيل المثال كان يوجد في بحيرة الخضيرة ٥٦ نوعاً من النباتات المائية عام ١٩٠٦ ثم تقلص العدد ليصل إلى نوع واحد فقط عام ١٩٨٢ (مادورحاييم ١٩٨٧).

والنظرة إلى هذه البرك على أساس أنها تشكل تهديداً بانتشار البعوض هي نظرة خاطئة لأن البعوض يُسيطَر عليه من خلال المفترسات التي تعيش حول هذه البرك كالضفادع الصغيرة في الشتاء والحشرات المفترسة التي تبقى حول البرك مابقي الماء موجوداً فيها، وهذه الحيوانات كفيلة بإبقاء أعداد البعوض تحت السيطرة، أما استخدام المبيدات فقد يؤدي إلى تعقيد الوضع إذ يقتل أعداء البعوض الطبيعي ويكسب البعوض في النهاية مناعة ضد هذه المبيدات.

ولكن لحسن الحظ، وبسبب فترات السبات وانتشار الكائنات التي تعيش في البرك بواسطة الطيور والهواء، بقيت هناك فرصة لإعادة بناء التنوع البيولوجي لهذه البرك وتطويره من خلال رش البرك المعاد إنشائها بتراب مأخوذ مما تبقى من البرك القليلة التي حافظت على وضعها. ولعل أهم الخدمات التي تقدمها الأنظمة البيئية لهذه البرك هي خدمات ترفيهية وعلمية وتثقيفية وذلك بسبب تنوعها البيولوجي الفريد وبيئتها المرنة. وقد أدّى الاهتمام بهذه البرك المؤقتة في إسرائيل إلى ظهور أبحاث ومسودات تهدف إلى إعادة تأهيل وإعمار هذه البرك بدلاً من بناء مجمعات مياه اصطناعية باهظة التكاليف (جاديث وسيديث ١٩٨١).

## الضخ من الأحواض الصخرية

لا يوجد أي دليل على أن انخفاض منسوب المياه الناتج عن الضخ من الأحواض الصخرية يشكل خطراً على التنوع البيولوجي للحياة البرية وقد وقع اللوم على مثل هذا الضخ في موت أعداد من أشجار الأكاسيا في الجزء الإسرائيلي من وادي عربة (اشكنازي ١٩٩٥) ولكن الأمر ليس واضحاً بعد (وارد وروهنر ١٩٩٧). إلا أن الضخ من الأحواض الصخرية يمكن أن يقلص من تدفق الينابيع وبذا يحول برك الينابيع الدائمة إلى برك مؤقتة أو يؤدي إلى قطع تدفق الأنهار

الصغيرة. فعلى سبيل المثال تسبب الضخ من حوض نهري يركون- تانينيم إلى تقليص تدفق عين التمساح التي تغذي نهر تانينيم لدرجة أن منسوب المياه في أسفل النهر تقلص من ٨٤- ٨٨ م م$^{3}$/ سنوياً بين الأعوام ١٩٥٣- ١٩٥٦ إلى ٢٤ م م$^{3}$/سنوياً بين الأعوام ١٩٨٤- ١٩٨٦ (بن دافيد ١٩٨٧) وقد أثر هذا الأمر بالإضافة إلى عوامل أخرى تأثيراً سلبياً على الأجناس الحيَّة في النهر على الرغم من تثبيت وضع المنطقة كمحمية طبيعية.

## حجز مجاري المياه وإقامة السدود

كان الهدف من إقامة السدود في المنطقة قيد الدرس هو منع تسرب المياه إلى البحر الأبيض المتوسط او وادي الأردن فقد تم حجز مياه الفيضانات في خزانات أو تم استخدامها لإعادة شحن الأحواض الصخرية أو للري مباشرة. وبعكس جميع الممارسات الأخرى التي تؤثر تأثيراً فعلياً كبيراً على التنوع البيولوجي داخل المياه أو على ضفافها فقد تركت هذه الخزانات والسدود آثاراً إقليمية شاملة على التنوع البيولوجي في البر وكلما اقترب السد من منطقة شق المياه كلما اتسعت رقعة التأثير، فالسدود والخزانات قد تنشيء زراعة ناجحة ولكنها تؤثر سلبياً وفي طرق مختلفة على أسفل مجاري السيول والأنهار فهي تقلص رطوبة التربة في تلك المجاري وفي الأراضي الواقعة حولها تاركة بذلك أثراً سلبياً على أجزاء تعتبر من أغنى تجمعات المياه في المناطق الجافة، كما تقلص السدود من مجاري المياه تحت الأرض والتي تستمر بالعادة وقتاً أطول وتشكل أساساً لبقاء النباتات التي تعيش في تلك المجاري. وأخيراً تغني هذه الخزانات المناطق الصحراوية بتجمعات مائية تؤثر في تصرفات الكائنات الحية وإعدادها وتركيبة مجتمعاتها النباتية السنوية التي تعيش في الصحراء. وهذه التغييرات لو تفاقمت ستؤدي إلى نمو حياة مائية في التجمعات تضم أسماكاً مفترسة تأكل البعوض بينما الأسماك التي تظهر في المجمعات المؤقتة تجذب الطيور وهنا يؤدي الأمر إلى حدوث عدم استقرار في أعداد الطيور وفي دورها في عمل النظام البيئي.

هناك تأثيرات أخرى لجريان المياه في الوديان وما حولها وتعتمد هذه التأثيرات على سمات هذا الجريان والتي تتبدل مكاناً وزماناً من فيضانات سريعة مسببة للتعرية

وفقدان الكائنات الحية إلى تيارات تغسل الأملاح وترسب الأتربة المليئة بالمغذيات. كما تغيِّر السدود ملامح المجاري السفلية للأنهار بشكل كبير وبطرق مختلفة، لذا تبقى هناك حاجة إلى دراسات طويلة لتقييم دور السدود وتأثيراتها وتحديد كميات المياه التي يجب إطلاقها ومتى يجب إطلاقها من أجل تقليص أثرها المدمر على تنوع الحياة في أسفل مجاري الأنهار.

## التأثيرات غير المباشرة على التنوع البيولوجي وخدمات الأنظمة البيئية ونوعية المياه

إن المياه التي تُحرم منها الكائنات الحية في منطقة ما تذهب بالعادة لدعم الإنتاج الزراعي أو التطوير الحضري في منطقة أخرى. وتعتمد الزراعة السنوية في الأراضي الجافة في المنطقة قيد الدرس على الري ولكن لا الزراعة ولا التطوير الحضري يستطيعان الاعتماد على المصادر المحلية للمياه لذا فإن تطوير مصادر المياه هو شرط أساسي للزراعة والتطوير الحضري، وتعكس الزيادة الكبيرة في اتساع رقعة الأراضي الزراعية المروية وفي مساحة المدن في المنطقة قيد الدرس، زيادة كبيرة في استهلاك المياه.

وعلى الرغم من أن كل من الزراعة والتطوير الحضري يحتاج إلى تطوير المصادر المائية إلا أن الزراعة تستخدم كميات أكبر من المياه ولها تأثير أكبر على التنوع البيولوجي من التطوير الحضري. فالزراعة والتطوير الحضري والبنية التحتية التي تصل بينهما (الطرق والأنابيب) تؤثر على التنوع البيولوجي بطريقتين: من خلال ضياع الأنظمة البيئية الطبيعية بسبب تحول استخدامات الأراضي ومن خلال ضياع التنوع البيولوجي في الأنظمة البيئية الطبيعية بسبب تجزئتها وتحويلها إلى بنيات تحتية. وهناك أثران آخران محددان بالزراعة هما تدمير الأجناس المجاورة للأنظمة البيئية بسبب المبيدات التي تنتقل بالهواء وتلويث الأنظمة البيئية المائية والأحواض الصخرية بسبب تسرب المبيدات والأسمدة إليها.

## فقدان الأنظمة البيئية الطبيعية والتنوع البيولوجي

هذه الزراعة المكثفة التي امتدت على مساحة بلغت ملايين الدونمات من الأراضي الزراعية كانت تعني في المنطقة قيد الدرس خسارة ملايين الدونمات من الأنظمة البيئية الطبيعية. إن مساهمة مثل هذه الأراضي في تعبئة الأحواض الصخرية وما قد تغير منذ تحولها إلى أراضٍ زراعية هو أمر غير معروف ولكن من المرجح أن يكون قد نتج عن ذلك بعض الضرر. وفي الحقيقة إن مثل هذه التأثيرات غير المباشرة لاستخدامات المياه على الأنظمة البيئية الطبيعية قد تكون أكثر التأثيرات الضارة على مصادر المياه، وقد يفوق ضررها التأثيرات المباشرة. إذ أن أبعاد الخسارة لمثل هذه الخدمات تعتمد على الصفات الجغرافية والتشكيلية للتجمع المائي الذي تم تغييره وعلى موقعه الجغرافي بالنسبة للأحواض الصخرية الواقعة أسفله وعلى تنوع أنظمة البيئة جغرافياً ونوع تركيبة غطائه النباتي، كما تعتمد درجة الخسارة على صفات تطوره وعلى الممارسات الزراعية والتقنية وأنواع المزروعات الموجودة حوله.

ومثل هذه الأمور لم تكن تؤخذ عادة في الحسبان عندما كان يتم تخصيص الأرض للزراعة أو للتطوير الحضري في المنطقة قيد الدرس ولا حتى في معظم أنحاء العالم. ومن المهم تقييم حجم الخسارة التي نتجت عن استيلاء الزراعة والتطوير الحضري على مجمعات المياه الطبيعية في إسرائيل والضفة الغربية وقطاع غزة والأردن. فمثل هذا التقييم يعطي دلائل على أولوية استخدام الأراضي في بلدان المنطقة مع الأخذ بعين الاعتبار أن خدمات الأنظمة البيئية يمكن إصلاحها وإعادتها إلى وضعها الطبيعي في حال هُجرت الأراضي الزراعية أو أُعيد تأهيل الأنظمة البيئية.

وقد تسبب تقلص الأنظمة البيئية إلى فناء الأجناس والأنواع المحلية، أو بمعنى آخر إلى تناقص التنوع البيولوجي بغض النظر عن خسارة خدمات الأنظمة البيئية. وبقاء أي تجمع نوعي يعتمد على حجمه إضافة إلى عناصر أخرى، وحجم أي نوع من الكائنات يعتمد على المساحة المخصصة له للعيش. وتزداد فرصة فناء أي نوع مع

تقلص المساحة التي يعيش فيها وبالتالي نقصان أعداده إلى ما دون درجة الخطر الخاصة به (ن. ر. سي ١٩٩٥ ب).

كذلك كلما تقلصت مساحة النظام البيئي إلى ما دون درجة الخطر المؤثرة عليه كلما انخفضت الأعداد والأنواع التي تعتاش منه (سوي ١٩٨٦) وبشكل عام فإن رفاهية الأجناس تتناسب مع المساحة التي تعيش عليها (وكارثر دويليسون) وفي هذه الحالة أيضاً تظل الأعداد والأنواع التي فقدت في المنطقة قيد الدرس غير معروفة وذلك إثر تقلص حجم النظام البيئي الطبيعي والتحولات التي جرت عليه بعد تطوير مصادر المياه.

وعلى الرغم من أن إسرائيل فقدت من مياهها وضفاف أنهارها حتى عام ١٩٨٨ نوعاً واحداً من الثدييات ونوعاً واحداً من الضفادع ونوعاً واحداً من النباتات الخنشارية فقط إلا أن هناك أنواع كثيرة ما تزال مهددة وخاصة من البرمائيات (يومتوف ومندلسون ١٩٨٨). وقد قسم موسكن عام ١٩٩٢ الأربعماية وواحد وتسعون نوعاً من الثدييات والزواحف والبرمائيات والأسماك والنباتات الخنشارية والنباتات ذات الفلقة الواحدة (باستثناء الأعشاب) والموجودة في إسرائيل إلى فئتين: فئة المائيات مقابل فئة اللامائيات، وقام بمقارنة الأعداد المهددة بالفناء من كل فئة مستخدماً مقاييس الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUCN) في تحديد الأجناس المنقرضة والمهددة والمعرضة للخطر مع تلك الأعداد غير المهددة مستخدماً هنا أيضاً تصنيفات مثل نادرة و غير معروفة بما فيه الكفاية و بعيدة عن الخطر وقد وجد ما يلي: في حين أن عدد الأجناس اللامائية المهددة بالخطر بلغ ١٤، وجد موسكن أن ٣٥% من الأجناس اللامائية مهددة وهو ما يمثل فارقاً ملموساً بين أصناف الحيوانات. وكانت نسبة الأسماك المهددة بالخطر كنسبة الأجناس البرية في المجموعات الأخرى. وقد بيّن ناتان وآل عام ١٩٩٦ أنه على الرغم من أن طيور الماء والطيور الجارحة تشكل ثلث أعداد الطيور المتوالدة في إسرائيل إلا أنه وجد أن جميع أجناس الطيور الأربع عشر التي انقرضت في إسرائيل، ماعدا جنس واحد، هي من الطيور المائية (٧ أجناس) ومن الكواسر (٦ أجناس، ٤ منها كانت تعيش على السبخات)

وهذه الأرقام تدل أن أي تناقص آخر في عدد أو في نوعية الأنظمة البيئية في المنطقة قد يتسبب في اقتلاع أكثر من ٣٥% من هذه الفقاريات والنباتات وربما عدد أكبر من اللافقاريات أيضاً.

من غير المعروف، أي من الأنظمة البيئية المحلية هو عُرضة أكثر للضياع من خلال تقلص الحجم، ولا تعرف أيضاً درجات الخطر الخاصة بكل نوع (انظر ملحق جـ). لذا فإن حقيقة أن الأعداد المنقرضة والتي لم يتم معرفتها في الأنظمة البيئية هي أعداد غير مؤثرة ليست علامة للرضا وبالنتيجة فإن الاستيلاء على الأراضي لأغراض الزراعة والتطوير الحضري يعطل على الأقل نظام بيئي واحد متعلق بالماء وهو إعادة شحن الأحواض الصخرية كما أنه يعرض للخطر التنوع البيولوجي المحلي.

وأكثر الأمثلة خطورة على فقدان التنوع البيولوجي يتمثل في فقدان الأنظمة البيئية الطبيعة في صحراء النقب. ففي الخمسينات قامت إسرائيل بعملية تخضير للصحراء كانت نتيجتها تحول الأراضي الرعوية التقليدية إلى أراض زراعية مروية مما أثر سلبياً على الأعداد الهامشية للنباتات والحيوانات الغنية بجيناتها ضمن فصائلها (سافريل وآل ١٩٩٤). كما أن توسع المدن وتقدم تقنية معالجة المياه العادمة إضافة إلى إدراك المسؤولين أن الزراعة في السهول الساحلية الوسطى تشكل تهديداً للأحواض المائية الساحلية وممارسة الري عبر الناقل القطري، كل هذا أدى إلى تشجيع عملية نقل الزراعة الإسرائيلية من الأقاليم الرطبة والخصبة إلى الأقاليم الجافة. وشبه الجافة ولكن هذه النقلة عجّلت في ضياع التنوع البيولوجي وبعض خدمات الأنظمة البيئية، لذا فهي ليست نقلة مستدامة على المدى الطويل. إن خسارة الأنظمة البيئية والتنوع البيولوجي نتيجة لسياسة تخضير الصحراء في إسرائيل تلقي نوعاً من الشك على التأثيرات السلبية المحتملة لمشروع تطوير البادية الشرقية في الأردن.

## تأثير التجزئة

إن قيام أي رقعة زراعية بتجزئة نظام بيئي طبيعي أو حتى فتح طريق من خلاله قد يؤدي إلى تقطيع النظام البيئي السليم إلى جزئين أكثر عرضة للفناء، فالهجرة بين نظامين بيئيين صغيرين تنطوي على خطر فناء الأجناس في كل منهما او على الأقل

في أي نظام بيئي يعمل كمهبط للهجرة من نظام آخر. ولكن التطوير الذي يؤدي إلى التجزئة غالباً ما يكون حاجزاً أمام الهجرة، وهذا الحاجز يمكنه أن يقضي على التنوع الجيني داخل الفصائل مساهماً بذلك في فناء الأجناس (يثلمان وآل ١٩٤). وقد دلّت إحصائيات إصابات الطرق لدى الأجناس المهددة أن الطرق نفسها تشكل حواجز مؤثرة بين الأنظمة البيئية إلا أنه لا توجد دراسة حتى الان حول تأثير التجزئة على التنوع البيولوجي في المنطقة قيد الدرس.

## تأثير المبيدات

يكثر استخدام المبيدات في المنطقة قيد الدرس فعلى سبيل المثال يستخدم ١٥,٠٠٠ طن من المبيدات سنوياً في إسرائيل. ويظهر تأثير المبيدات التي تنتقل بالهواء بشكل واضح على الأنظمة البيئية الطبيعية المجاورة للأراضي الزراعية. وغالباً ما تتراكم المبيدات الحشرية والعشبية على كل طرفٍ من النسيج الغذائي وقد تصل أحياناً إلى تركيزات قاتلة في أعلى سلسلة الغذاء، كما أن تأثيرها يظهر أكثر كلما نزلنا إلى أسفل السلسلة الغذائية لهذا تعتبر المبيدات أمراً خطيراً. وتنتقل المبيدات أيضاً مع الماء مسببة الضرر للأنظمة المائية. وقد تبين أن تخفيض زراعة القطن في إسرائيل إضافة إلى تأثيره على توفير الماء قد قلّص من ضرر المبيدات على الأنظمة البيئية المائية وغيرها.

## تأثير الأسمدة

تستخدم الأسمدة كذلك بكميات وفيرة في المنطقة قيد الدرس وغالباً ما تضاف مع مياه الري، وتستطيع الأسمدة الوصول إلى الأنظمة البيئية المائية مسببة تراكم الطحالب وتلوث المياه الجوفية، لذلك نرى أن معظم المياه التي تُضَّخُ من البحيرات والأنهار والأحواض المائية لأغراض الزراعة تغيّر وتلوث عمل النظام البيئي.

## تأثير العناصر النادرة

لم تعطَ تأثيرات العناصر النادرة اهتماماً كافياً في المنطقة قيد الدرس ولكن تجارب تطوير الزراعة المروية في وادي سان جواكين في كاليفورنيا ( ن. ر. سي ١٩٨٩) دلّت على أن بعض العناصر النادرة الضارة مثل السلينيوم قد تتواجد بكثرة

في مياه الصرف الزراعية وقد تتراكم لاحقاً في السلسلة الغذائية مسببة الدمار للحياة البرية وللإنسان.

## التخفيف من التأثير السلبي

ما الذي تم عمله أو ما الذي يجب عمله من أجل التخفيف من التأثيرات السلبية على الأنظمة البيئية الطبيعية وتنوعها البيولوجي نتيجة للتطور الحالي والمستقبلي لمصادر المياه؟ تنقسم النشاطات التخفيفية إلى ٤ أنواع هي ١. إعادة تأهيل وإصلاح الأنظمة المائية المدمرة ٢. تأمين تخصيصات المياه للأنظمة البيئية المائية لضمان مستقبلها ٣. تطوير نظام لتقييم التأثيرات البيئية للخطط والمشاريع المائية في المنطقة قيد الدرس وأخيراً ٤. تطوير خطط وسياسات محلية لدمج عملية تطوير مصادر المياه مع تطوير الزراعة ووظائف الأنظمة البيئية الطبيعية من أجل الوصول إلى خطط شاملة ومستدامة.

## المياه العادمة واستخدامها لإصلاح الأنظمة البيئية للمياه العذبة

ظلت الفكرة السائدة حتى عام ١٩٩١ أن إعادة تأهيل الأنظمة البيئية المائية تتم من خلال إزالة جميع الجريانات الأخرى والإبقاء فقط على جريان المياه العذبة ولكن حقيقة ندرة المياه في المنطقة قيد الدرس أظهرت بما لا يدع مجالاً للشك أن الأنهر والسيول قد تجف تماماً إذا لم يسمح بتدفق المياه ذات النوعية الجيدة في مجاريها حين لا تتوفر المياه العذبة. فعلى سبيل المثال تبين أن محمية الحولة الطبيعية في إسرائيل ظلت تعمل حتى مع كون أكثر مياهها مياهاً مستصلحة. وتستند فكرة استخدام المياه العادمة لدعم التنوع البيولوجي على المفهوم القائل أن الأنظمة البيئية الطبيعية تستطيع أن تخدم نفسها بنفسها من خلال معالجتها للمياه العادمة. فقد تم تجميع الكثير من المعلومات حول مجرى نهر اليركون من أجل تقييم قدرة هذا النهر على معالجة المياه، وتبين فيما بعد أن عملية التنقية الذاتية لمجرى النهر والتي سجلت في شهر حزيران ١٩٩٤ لأجزاء محددة من النهر نفسه قد أدت إلى حصول تخفيضات

بنسبة ١,٠ لى ٥,٠ في متطلب الأكسجين البيولوجي و ٥,٠ إلى ٦,٠ في متطلب الأكسجين الكيماوي و ٢,٠ في تركيز الأمونيوم. وهذه المقادير تشكل نسبة تنقية ذاتية عالية لهذا النهر وتعطي نموذجاً لمناخ متوسطي شرقي (رحا مينوف ١٩٩٦). وقد تم تسجيل مقاييس مشابهة في منطقة السهول المحيطة بمجرى سوريق للمياه العادمة كما سجلت مقاييس أعلى في المناطق الجبلية المحيطة بهذا المجرى. وقد بنيت سدود صغيرة على مجرى نهر اليركون لتبطئة سرعته وبالتالي زيادة قدرته على التنقية من خلال الضخ الاصطناعي للأكسجين بداخله. كما أنشئت الإدارة الوطنية للنهر عام ١٩٩٣ وألقيت عليها مسؤولية إعادة تأهيل الأنظمة البيئية في النهر، ويشمل هذا التأهيل استخدام المياه العادمة في مجرى النهر. وعلى الرغم من كون الدافع وراء هذا العمل دافعاً ترفيهياً إلا أن إعادة تأهيل مجاري الأنهار تساعد في تحسين التنوع البيولوجي وترفع من مستوى خدمات الأنظمة المائية.

وتستدعي عملية التأهيل تخصيصات من المياه العادمة ذات النوعية المحددة إضافة إلى المياه العذبة، وهذه المياه العذبة لن تذهب بالضرورة لأغراض الزراعة لأن معظمها يتم حجزه في المجاري السفلى للأنهار كما يتسرب جزء منها لشحن الأحواض الصخرية.

## التوازن بين تطوير مصادر المياه وبين التنوع البيولوجي وخدمات الأنظمة البيئية

### ■ التخطيط الإقليمي باستخدام التقنية المتقدمة:

تتسبب العمليات المرافقة لتطوير مصادر المياه في المنطقة قيد الدرس في تهديد التنوع البيولوجي وخدمات الأنظمة البيئية، لذلك من الضروري أن يتم تقييم فوائد هذه العمليات مقابل فقدان التنوع البيولوجي والخدمات. ومن الممكن التخفيف من هذا الخطر من خلال إقامة توازن أمثل بين تخصيصات تطوير الأراضي وبين التنوع البيولوجي. وتتواجد بين أيدينا حالياً تقنيات الاستشعار عن بعد وأنظمة معلومات جغرافية (GIS) من أجل تنفيذ هذه المهمة من خلال الخطوات التالية:

١- جرد الاستخدامات الحالية للأراضي وتصنيفها حسب التطوير أولاً (مناطق مدنية، مناطق صناعية، إسكانات ريفية، أراضي زراعية، وبنى تحتية) وحسب التنوع البيولوجي ثانياً (محميات، مناطق مكشوفة، ومناطق غير محمية رسمياً، مراعي وزراعة مكثفة). لذا فإن أول خارطة GIS ستصدر يمكنها أن تحدد مناطق التطوير الحالية والتنوع البيولوجي الموجود.

٢- ترتيب معظم النماذج الموجودة حالياً للتنوع البيولوجي (غابات طبيعية موجودة في مساقط مياه شبه جافة) حسب قيمتها البيئية (تزويد السلع والخدمات ودعم التنوع البيولوجي) والأعداد المختلفة لهذه النماذج.

٣- تقييم القيمة النسبية للتنوع البيولوجي الموجود والمذكور في الخطوة رقم ١، باستخدام التصنيفات المأخوذة في خطوة رقم ٢. وفي الأجزاء العالية التطور من المنطقة قيد الدرس تظهر مساحات التنوع البيولوجي على شكل رقع متناثرة في الأنظمة البيئية ضمن نسيج من المناطق المتطورة مع حجم كل رقعة والمسافة بينها وبين الرقع المجاورة التي تساهم في تعزيز قيمتها النسبية. أما في الأجزاء غير المتطورة فتظهر المناطق المتطورة كرقع متناثرة ضمن نسيج من الأنظمة البيئية الطبيعية، ويقل تأثر قيمة هذه الرقع بحجم وأبعاد الرقع الأخرى المشابهة. أما القيم النسبية فيمكن التعبير عنها من خلال الألوان أو حدة الألوان في خارطة أخرى GIS.

٤- تقديرات الأبعاد وتحديد المساحات المطلوبة لإضافة المشاريع المستقبلية المتعلقة بالمياه، ويمكن تقييم العوائد الاقتصادية لتطوير مصدر المياه في كل من هذه المساحات والتعبير عنها في خارطة GIS ثالثة.

٥- مطابقة الخارطة الثالثة على الخارطة الثانية يشكل خطوة أولى في عملية مكررة بهدف الوصول إلى الوضع الأمثل. وإذا فرضنا بأن التنوع البيولوجي لا يمكن إعادته فإن الوضع الأمثل ينطوي على تعديل المناطق المتطورة على أساس أن توضع المناطق المتطورة ذات العوائد المتدنية (خرائطياً) فوق المناطق العالية التنوع. ومن المؤكد أن الوضع الأمثل لمثل هذه العملية سيكون أكثر تعقيداً من ذلك. والخطوة الرئيسة من بين هذه الخطوات هي الرقم ٢، أي تصنيف التنوع وخدمات الأنظمة البيئية، ولم يتم إجراء مثل هذا التصنيف بعد في المنطقة قيد

الدرس بطريقة منهجية وموضوعية إذ أنه يجب أن يكون مسبوقاً ببحث كافٍ. ومع ذلك لايجب أن تحبطنا هذه الحقيقة عن إتمام خطوات تخطيطنا للوضع الحالي وللمستقبل. فالطلب ينمو دائماً أسرع من البحث المطلوب لذا فمن الضروري استخدام المعلومات الحالية ورفع قيمة العمل مع تراكم المعلومات.

## ■ تقييم التنوع البري وخدمات النظام البيئي:

يتم تقييم التنوع البيولوجي في أي منطقة من خلال ثلاثة معايير:

**١- القدرة على تقديم خدمات النظام البيئي.**

**٢- عدد الأجناس المعروفة بقدراتها الاقتصادية المباشرة أو التي يحتمل أن يكون لها فائدة اقتصادية.**

**٣- القدرة على امتصاص الأنشطة البشرية دون خسارة الأنظمة البيئية أو التنوع البيولوجي إضافة إلى القدرة على إعادة التأهيل ذاتياً عقب وقوع أي خلل (سفاريل ١٩٨٧).**

إن كل هذه المعايير يمكن تحويلها إلى أرقام من خلال تطبيق المعرفة الحالية والأفكار السائدة والنماذج من خلال ما يلي:

### ـ توفير خدمات بيئية:

تعتمد الأنظمة البيئية المائية على خصائص النظام البيئي نفسه وموقعه ضمن التجمع المائي، وتنطلق النظرية هنا من أنه كلما زادت طبقات النباتات كلما ازدادت إمكانية تسرب الماء إلى داخل التربة وكلما قل خطر تعريتها وانجرافها، وكلما ازدادت أعداد الأجناس كلما تكاثرت طبقات النباتات.

وعلى الرغم من جهلنا بالعدد الدقيق للأجناس الموجودة في الأنظمة البيئية قيد الدرس إلا أننا نستطيع أن نصنّف هذه الأنظمة الغنية فالأشجار العالية والشجيرات على سبيل المثال أغنى من أراضي المراعي من ناحية كمية الأجناس المعمرة (في المنطقة الجافة وشبه الرطبة) كما أن الكثبان الرملية الثابتة أغنى من الأغوار المحلية (في المنطقة الجافة وشبه الجافة).

وتتوفر لمعظم أرجاء المنطقة خرائط نباتية تصنف التشكيلات الرئيسية مثل تلك التي مرَّ ذكرها سابقاً (زهري ١٩٧٣). كما توجد خرائط لأعدادها من مصادر مختلفة، لذلك يمكن تصنيف جميع النباتات الرئيسة في المنطقة من خلال عدد أجناسها.

أما بالنسبة لموقع النظام البيئي ضمن التجمع المائي فكلما ازداد ارتفاع النظام البيئي كلما ازدادت خدماته. وعلى سبيل المثال إن فقدان الأشجار في أعلى مساقط المياه حيث يغزر هطول الأمطار يؤدي إلى حدوث فيضانات مدمرة وخسارة مائية للأحواض أكثر من فقدانها أسفل مساقط المياه. لذلك يمكن تقييم الأنظمة البيئية بناءً على مدى ارتفاعها عن أسفل المسقط المائي.

## ـ الأجناس ذات القيمة الاقتصادية المحتملة:

يمكن للنظام البيئي ذي العدد الكبير من الأجناس أن يحتوي على عدد كبير نسبياً من الأجناس ذات المنفعة الاقتصادية. والنظام البيئي يصنف حسب عدد أجناسه ليس فقط لتقييم تنوعه البيولوجي ولكن لتقييم القيمة الاقتصادية المحتملة لهذا التنوع. ويمكن تحديد أجناس معروفة القيمة. وفيما يلي تفصيل لمجموعات الأجناس المصنفة حسب قيمتها الاقتصادية المعروفة أو المحتملة، وأكثر هذه الأجناس قيمة هي تلك التي تقع في قمة التصنيف:

- **أسلاف الأجناس المزروعة.**
- **الأقرباء البريين للأجناس المزروعة.**
- **الأصناف غير المزروعة والتي تستخدم حالياً لأغراض غذائية وطبية ولأغراض الزينة والعطور وإنتاج الطاقة والتصنيع.**
- **نباتات الرعي ذات القيمة العالية.**
- **نباتات الرعي ذات القيمة المتدنية.**
- **الأصناف ذات التجمعات المؤقتة.**
- **الأصناف التي حددتها مقاييس IUCN ضمن الفئات المعرضة للخطر أو النادرة (بما فيها تلك التي لم تعرف قيمتها الاقتصادية بعد والتي إذا فنيت ضاعت فرصة اكتشاف هذه القيمة).**

- الأصناف ذات القيمة الفنية والترفيهية والتي يمكن جني فائدة اقتصادية منها.
- الأصناف ذات الفائدة العلمية (بما فيها تلك ذات القيمة الاقتصادية والواردة في الأبحاث العلمية).
- الأصناف التي تؤمن الموئل لأصناف أخرى أو التي تساهم في بناء النظام البيئي (جونزوآل ١٩٩٤).

ويمكن حساب قيمة النظام البيئي من خلال إحصاء عدد الأصناف في كل من هذه الفئات مضروباً برقم تصنيف الفئة.

## المقاومة والمرونة:

ترتبط المقاومة والمرونة ارتباطاً إيجابياً بالمنطقة إذ أن خطر فناء الأجناس يعتبر متدنياً بسبب كثرة أعداد الأجناس وتتزايد الأعداد والأجناس مع ازدياد المساحة كما أن اتساع نسبة المحيط للسطح في المساحات الصغيرة يزيد من تعرض الأجناس لخطر أي تطور مجاور. ومع ذلك يصعب تحديد حد الخطر سواء في عدم المقاومة أو عدم المرونة بالنسبة لأية مساحة معينة. لذا فإن المنطقة قيد الدرس والمعروفة بصغر المساحة تتبع النظام التالي: كلما كبرت المساحة المخصصة لنظام بيئي طبيعي كلما كان ذلك أفضل.

إن إعادة تأهيل التنوع البيولوجي وخدمات النظام البيئي بعد وقوع خلل معين غالباً ما تكون أسرع بوجود مصادر لأجناس مهاجرة، فهذه المصادر هي أنظمة بيئية طبيعية أخرى وتزداد أهميتها كلما اقتربت من منطقة الخلل كما تتعلق قدرة الأجناس على اختراق منطقة مجاورة ببعد مسافة هذه المنطقة فكلما ازداد مجال الاختراق كلما ازدادت القدرة على قطع المسافات وعلى سبيل المثال، بالنسبة للكثير من الأجناس. تعتبر المناطق الزراعية أكثر اختراقاً من المدن وفي النهاية يمكن اعتبار أكثر الأنظمة البيئية قيمة هي تلك التي تملك أعداداً أكثر من الأجناس ذات الفوائد الاقتصادية والخدمات الثمينة وغير العادية، والتي تملك نظاماً بيئياً كبيراً خاصة إذا كان مرتبطاً بمعبر لأنظمة بيئية طبيعية مشابهة.

## ■ تقييم التنوع البيولوجي المائي:

تعتبر المنطقة قيد الدرس فقيرة في الأنظمة البيئية المائية، لذا فعند تقييم التنوع البيولوجي، يجدر إعطاء مقدار أكبر من الأهمية للمناطق التي تحتوي أنظمة بيئية مائية كذلك في النواحي التي يتساوى فيها النظام البيئي المائي في الحصص مع أي نظام بيئي أرضي. كما يجدر تركيز الاهتمام أكثر على النظام المائي بمعنى أن قيمة أي نظام بيئي مائي موجود في المنطقة قيد الدرس يحوي عدداً من الأجناس، يجب أن يكون أعلى من أي نظام بيئي أرضي يحوي نفس العدد ونفس النوع من أجناس. وفيما يلي بعض الإرشادات التي تساعد في تقييم الأنظمة البيئية المائية:

من خلال تقديمها لخدمات الأنظمة البيئية وأعداد الأجناس يمكن تصنيف الأنظمة البيئية المائية كما يلي، من الأهم إلى الأقل أهمية: البحيرات ثم الأراضي الرطبة (السبخات) ثم البرك المؤقتة ثم الينابيع والأنهار الدائمة والسيول. وكلما ارتفع النظام البيئي المائي ضمن مساقط المياه كلما ازدادت قيمة خدماته. كذلك تؤثر الأنظمة البيئية المائية على التنوع البيولوجي للأنظمة البيئية الأرضية المجاورة من خلال توفير الماء للغابات وتوفير الماء والطعام للحيوانات التي تعيش على البر.

أما بالنسبة للقيمة الاقتصادية للأجناس فيجب استبدال فئة النباتات العلفية في اللائحة المذكورة سابقاً حول الأنظمة البيئية البرية بالأجناس ذات الطابع السمكي. وفيما يلي بعض السمات الخاصة بوصف الأنظمة المائية والتي تعكس المقاومة والمرونة بعيداً عن تلك الخاصة بالأنظمة البرية وهي: بعد النظام البيئي المائي عن مصادر التلوث ووجود معابر كالسيول بين مختلف التجمعات البيئية المعزولة.

باستخدام هذه المجموعة من القوانين يصبح بالإمكان تقييم التنوع البيولوجي الإقليمي واستعمال هذا التقييم كأداة لتحديد مدى أفضلية تطوير المصدر المائي تطويراً مستداماً. حتى ولو كانت المعلومات غير كاملة فإن أي محاولة جادة لتصنيف المناطق بهذه الطريقة يمكنها أن تقود إلى صنع قرارات أفضل.

## توصيات

لقد بيَّن هذا الفصل أن صيانة وتعزيز خدمات الأنظمة البيئية وسلعها يساعد ولا يعرقل معظم نواحي التطور الاقتصادي والمعيشي في المنطقة قيد الدرس، فهذه السلع والخدمات تحسن من نوعية المياة لسكان المنطقة وتساهم في الحفاظ على نوعية البيئة بما فيها نوعية المياه. كما بيَّن هذا الفصل أيضاً أن التنوع البيولوجي مهم كذلك وأن حمايته تعني حماية تركيبة ووظائف الخدمات البيئية من أجل تحقيق تلك الفوائد. كما أن المحافظة على سلع الأنظمة البيئية وخدماتها تحمي التنوع البيئي.

وتتطلب هاتين النقطتين المذكورتين أعلاه وجود توازن في الخطط الموضوعة لتزويد وتخصيص مصادر المياه بين كافة الأهداف البيئية والاقتصادية وغيرها عندما لا تصل هذه الأهداف إلى نفس الأولويات في استخدامات المياه.

يلي هذا الأمر نوعان من التوصيات يحدد الأول المعلومات العلمية المطلوبة من أجل فهم أفضل للعلاقات بين خدمات الأنظمة البيئية وسلعها وتركيبة هذه الأنظمة ووظائفها وتنوعها البيولوجي، كما يحدد المعلومات اللازمة لتقييم عمليات التوازن والتعاقب بين مختلف الأهداف. ويحدد الثاني الطرق البيئية المتبعة لتحسين استدامة مصادر المياه بناءً على المعلومات العلمية المتوفرة.

## توصيات البحث

١- حدِّدْ وعدِّدْ الخدمات التي يقدمها كل جنس من أجناس الأنظمة البيئية الموجودة في المنطقة، مميزاً بين الخدمات المتعلقة بالمياه وبين غيرها من الخدمات. كذلك أدرس وعدد التخصصات المائية القصوى والصغرى (الكمية والنوعية، زماناً ومكاناً) لكافة الأنظمة البيئية من أجل استدامة توفير كل من هذه الخدمات.

٢- حدد أي من أنواع الأنظمة البيئية ضمن جغرافية المنطقة قيد الدرس يمكن أن

يلعب دوراً جغرافياً رئيساً وابحث عن طرق المحافظة على العمليات الطبيعية والتنوع على المستوى الجغرافي والإقليمي في نفس الوقت الذي يتم فيه تسديد الحاجات البشرية المطلوبة من هذه الأنظمة.

٣- حدد الأجناس المهددة أو التي على وشك أن تصبح مهددة في المنطقة قيد الدرس وقيّم مساهمة كل منها في خدمات الأنظمة البيئية المائية، كذلك حدد مصادر الخطر على هذه الأجناس وكيفية درء هذا الخطر.

٤- قارن بين فقدان المياه نتيجة النتح والتبخر من الأنظمة البيئية الرئيسة والطبيعية أو المدارة في المنطقة قيد الدرس وبين المكاسب المائية من كل من تلك الأنظمة البيئية بما فيها زيادة تسرب الماء إلى التربة وتخفيف الانجرافات والتعرية في سطح التربة.

٥- قيم عناصر التنوع البيولوجي في المنطقة قيد الدرس (الأجناس والأنواع والأعداد) ذات الأهمية الاقتصادية الحالية أو المحتملة مستقبلاً وخاصة في المستوطنات المائية ومناطق التغير المناخي المأهولة بأنواع مؤقتة وحدد التخصيصات المائية والمساحية والشكلية المطلوبة لحماية هذه الأنواع.

٦- قيّم الأهمية الاقتصادية وأهمية التنوع البيولوجي للأشجار المحلية التي تعيش في المناطق الجافة وخاصة الأكاسيا الصحراوية وتأثيرات مشاريع التطوير الحالية والمحتملة كالآبار والسدود والطرق على استدامة هذه الأشجار.

٧- قم بإجراء دراسات طويلة الأمد لتقييم تأثيرات حجز مياه الأمطار على التنوع البيولوجي في أسفل مجاري الأنهار وخاصة في المناطق الجافة جداً واستخدم نتائج الدراسات لتحديد كميات المياه التي يجب إطلاقها لتخفيف الضرر على التنوع البيولوجي أسفل المجرى.

٨- قيّم كمية المياه المفقودة نتيجة لتخصيصات التجمعات المائية للزراعة أو للتطوير الحضري من أجل وضع إرشادات عامة لتخصصات استخدام الأراضي التي لم تطوَّر بعد ولإجراء تغييرات في استخدامات الأراضي الحالية.

٩- أدرس نسبة انقراض أعداد الأجناس في المنطقة قيد الدرس والتي نتجت عن تجزئة وتحويل وتقليص أعداد الأنظمة البيئية الطبيعية واستخدم النتائج لتقديم الإرشادات حول إدارة المياه ومشاريع التطوير المتعلقة بها.

١٠- قيّم كميات المياه المخصصة للمحميات الطبيعية لحماية التنوع البيولوجي والتي تعود إلى شحن الأحواض الصخرية بعد استخدامها.

١١- أدرس دور الأنظمة البيئية الطبيعية في المنطقة في معالجة المياه العادمة بمختلف نوعياتها والدرجة التي يمكن استبدال المياه العذبة المخصصة للأنظمة البيئية الطبيعية بمياه عادمة معالجة وأدرس التقنيات الملائمة لمثل هذا الاستبدال.

١٢- قم بإجراء البحث المطلوب لتحديد المقاييس الحسنة المستخدمة لتقييم مساهمة التنوع البيولوجي الموجود في المنطقة في توفير سلع وخدمات الأنظمة البيئية.

## توصيات تشغيلية

١- تتطلب المحافظة على استدامة موارد المياه أن تُعامل الأنظمة البيئية كواحد من المستخدمين المشتركين في مصادر المياه في المنطقة قيد الدرس.

٢- يجب أن يتم تطوير المنطقة قيد الدرس بحيث تكون المكاسب التي تتحقق من تطوير مصادر المياه غالبة بشكل واضح على الخسائر التي تمنى بها خدمات الأنظمة البيئية والتنوع البيولوجي، لأن تطوير مصادر المياه وما يعقبها من تغيرات يمكن أن تدمر التنوع البيولوجي وتعيق بالتالي خدمات الأنظمة البيئية.

٣- يجب وضع أهداف دقيقة لجميع المواقع المائية وضفاف الأنهر وغيرها من المواقع التي تعتمد على الماء مع تحديد نوع التنوع البيولوجي الذي يجب صيانته ونوع الخدمة البيئية التي يقدمها الموقع والتي ترغب في ضمان استمرارها. كما يجب استخدام هذه الأهداف من أجل تحديد التخصيصات الدنيا المطلوبة من كميات المياه ونوعيتها والقيام بوضع مؤشرات وعلامات وبرامج مراقبة لكل موضع تخصيص مائي يتم تطويره من أجل مراجعة وتحديث هذه التخصصات.

٤- في التخطيط لأي استخدامات للأراضي في المستقبل، كما في أي تخطيط لمصدر مائي يجب تقييم الفوائد التي ستجنى من التطوير المقترح مقابل تكاليف فقدان التنوع البيولوجي وتقليص خدمات الأنظمة البيئية.

٥- عندما يستهدف التطوير مناطق التغير المناخي في المنطقة قيد الدرس (وهي مناطق غنية بالأجناس والأنواع) أو غيرها من المناطق الغنية بأسلاف وأقارب المزروعات المحلية، يُفضل إنشاء محميات جانبية حولها قادرة على العمل كمخازن للمصادر الجينية.

٦- يجب اعتبار التكاليف والفوائد التي تجنى نتيجة لتجنب أو تقليص أو تخفيف تأثيرات التجزئة على الأنظمة البيئية عند القيام بأي تخطيط لتطوير مائي أو أي تخطيط كما يجب الأخذ بالحسبان حدوث أي تطورات أخرى يمكن أن تنتج عن هذه الخطط.

## نافذة ٤:١
## واحة الأزرق/ الأردن

تقع واحة الأزرق على بعد ٨٠ كم جنوب شرق عمان في قلب حوض الأزرق الذي يغطي مساحة ١٢,٧١٠ كم$^{2}$ ويمتد من جنوب سوريا وشرق ووسط الأردن حتى شمال المملكة العربية السعودية ويعتبر مثالاً رائعاً للأراضي الرطبة في المناطق الجافة ويتغذى من ينابيع معروفة محلياً باسم ينابيع الشيشان والدروز، وعدا عن شهرته بأشجار النخيل فهو يعتبر محطة هامة للطيور المهاجرة وللثدييات كالغزلان والأبقار الوحشية.

بدأ السحب من مياه الأزرق منذ عام ١٩٦٠ بهدف سد النقص في مياه الشرب في عمان التي كان عدد سكانها في تزايد مستمر، وبقي معدل السحب في ارتفاع مستمر حتى عام ١٩٩٠ (هيئة مؤتمر رامسار). ويعتبر الوضع الحالي لمياه الأزرق مثالاً على ماجرى للمناطق الرطبة في الشرق الأوسط فقد أدى الضخ الجائر للمياه في أعلى الحوض بهدف استخدامها في الزراعة والصناعة والمنازل إلى جفاف الينابيع التي تغذي الواحة.

وتتكون طبيعة الأرض في حوض الأزرق من هضبة ممتدة امتداداً واسعاً مع وجود انخفاض بسيط في وسطها. ويتراوح ارتفاعها من ١,٥٦٧ م قرب جبل العرب إلى ٥٠٠م عند الأزرق وتتخلل الهضبة عدة أودية جارية من جميع الاتجاهات إلى داخل منخفض الأزرق مكونة بركاً وتجمعات مائية مؤقتة بعضها يبقى لعدة أشهر قبل أن يتبخر مائها. ويمتد الحوض فوق ثلاث تجمعات طبقية صخرية مائية تسمى بمجموعها حوض الأزرق وهي الطبقة الصخرية العليا والوسطى والسفلى. والطبقة العليا هي الأكثر عرضة للضخ ويعتبر حوض الأزرق مصدراً رئيسياً لمياه الشرب في عمان والزرقاء واربد وهي أكبر ثلاث مدن في الأردن.

ويتّسم مناخ حوض الأزرق بصيف حار وشتاء بارد، وتسقط أمطاره في فصل الشتاء ويتراوح معدل سقوط المطر من ٣٠٠مم في الشمال إلى ١٥٠ مم غرباً و٥٠ مم في الجنوب والشرق. ويأتي المطر نتيجة للعواصف التي تهب غرباً عابرة البحر المتوسط وحاملة معها كتل الهواء البارد القادمة من أوروبا. وهذه العواصف غالباً ما تسبب أمطاراً رعدية غير منتظمة في شدتها وفي مدتها.

وتتكون العواصف الرعدية عادة على المحور الرئيسي لشرق المتوسط ثم تمتد شرقاً داخل العراق. ويعتبر هذا النوع من الأمطار مغذياً رئيسياً لحوض الأزرق خلال أشهر تشرين أول وتشرين ثاني ونيسان وأيار كما تهطل على المنطقة أمطار خفيفة خلال أشهر كانون أول، كانون ثاني، وشباط وآذار.

وفي عام ١٩٨٧ عُقد مؤتمر الأطراف المشتركة في مقاولات الأزرق في مدينة ريجينا بكندا واتفق المجتمعون على أن معدل السحب العالي للمياه والبالغ ١٦ م م$^{٣}$، يحتمل أن يؤدي إلى تغييرات خطيرة في طبيعة واحة الأزرق اهمها زيادة ملوحة المياه المتبقية.

لذلك دعى المؤتمر إلى تقدير صحيح للعواقب البيئية الناتجة عن الضخ واقترح تخفيض الضخ إلى ٥٠% على الأقل بناءً على توجيه المنظمات الأردنية لحماية البيئة وذلك حتى يتم الوصول إلى تقدير شامل. كما حثّ

المؤتمر على وضع خطة طويلة الأمد لاستخدام المياه تضمن الحفاظ على الصفات الطبيعية لهذه الواحة العامة (هيئة مؤتمر رامسار ١٩٩٤).

إلا أنه مع حلول عام ١٩٩٠ قامت الحكومة الأردنية بوضع ما يسمى بالحد الآمن للضخ على أساس ٢٠ م م٣ وهو رقم أعلى من مقررات عام ١٩٨٧ ودعت الحكومة هيئة مؤتمر رامسار لمراقبة تدابير العمل في الموقع واتخذ القرار عام ١٩٩٠ بإعادة تأهيل السمات البيئية للواحة وتخفيف سحب المياه منها بشكل ملموس كما قدَّم المؤتمر عدة توصيات تشمل القيام ببعض الأبحاث.

بعد ذلك قامت دائرة البيئة الأردنية بتوكيل مستشارين لإجراء أبحاث حول إدارة المياه الجوفية وقام صندوق البيئة الدولي (GEF) التابع للأمم المتحدة بتخصيص مبلغ ٣,٣ مليون دولار لتنفيذ خمسة مشاريع في المنطقة على مدى ثلاث سنوات. وتهدف هذه المشاريع إلى وقف التدهور البيئي لواحة الأزرق ووضع خطة إدارية تسمح باستخدام مياهها على أسس مستدامة مع الحفاظ على التنوع البيولوجي الفريد الذي تتسم به هذه الواحة.

وعلى الرغم من أن المشروع ما يزال في مراحله الأولى إلا أن هناك نيَّة لبذل الجهود من اجل إيقاف الضخ الزائد من الأحواض المحلية وسحب مياه هذه الأحواض بطريقة مستدامة تضمن الحفاظ على هذه الواحة. كما تم إدخال برامج مراقبة وتقييم ضمن خطط إعادة تأهيل الواحة لضمان تحقيق أهداف المحافظة عليها على المدى الطويل.

وفي حال لم يكتب النجاح لهذه الخطة بسبب صعوبات إيجاد توازن في ضخ المياه الجوفية وإعادة تعبئتها فسوف يتجه التفكير إلى جلب المياه للواحة من الخارج مع أن هذا الأمر يعتبر باهظ التكاليف بالنسبة للمياه المحلية الموجودة. وللأسف ظل الوضع البيئي في الواحة في حالة تدهور لفترة معينة بعد عام ١٩٩٠ وما زال الوقت مبكراً لتقييم نتائج الاستثمار الذي قدَّمه صندوق البيئة العالمي (هيئة مؤتمر رامسار ١٩٩٤).

وقد أعطت تجربة واحة الأزرق مثالاً واضحاً لتأثير الاستغلال الجائر

لمصادر المياه في الأقاليم الجافة والشحيحة المياه وكيف يمكن أن يشكل تهديداً مدمّراً للأنظمة البيئية الفريدة. وللأسف فقد تكررت هذه التجربة في معظم أنحاء العالم وخاصة في بحيرة الحولة الواقعة في المنطقة قيد الدرس حيث كانت هذه البحيرة تقدم خدمات بيئية هائلة. ومثل هذه النتائج المؤسفة تتكرر دائماً عندما تعامل الأراضي الرطبة كأنها مشاع عام بدون أن يكون هناك دوافع لأحد من اجل استمرار خدماتها والمحافظة عليها. كما تبين هذه الحالة أن إعادة تأهيل الأنظمة البيئية الفريدة وحمايتها تتطلب استثمارات وقائية مبكرة واستراتيجية إدارية. ومثل هذه الاستراتيجيات يجب أن تؤمن إدارة ومراقبة مستمرة لضمان حماية الأراضي الرطبة واستمرار عطاءها.

## نافذة ٢:٤
## تجفيف وادي الحولة (إسرائيل)

### خلفية

يقع وادي الحولة في شمال صدع وادي الأردن في حوض بحيرة طبريا. وقد أغلق مخرج الوادي نحو بحيرة طبريا بتراكمات بركانية تعود لسنين عديدة خلت، ومنذ ذلك الحين بقي تصريفه محدوداً وسادت ظروف فيضية أدت في أعوام الخمسينات إلى ظهور بحيرة منتصف الوادي امتدت على مساحة ١٠ كم². وشهدت المنطقة الواقعة شمال البحيرة ظهور مستنقعات وسبخات غطت مساحة ٧٠ كم² على طول العام ولم تعد الأرض صالحة للزراعة، كما أن هذه المستنقعات جذبت أعداداً هائلة من الحشرات والبعوض وانتشرت الملاريا في المنطقة. وقد تم فيما بعد تجفيف البحيرة لاقتلاع الملاريا واستصلاح الأراضي للزراعة.

# الحرب ضد المستنقعات

## ■ موقف اجتماعي:

كان المجتمع الإسرائيلي في فترة الأربعينيات والخمسينيات يتألف من الطلائعيين الذين اندفعوا تحدوهم الرغبة في قهر الطبيعة الصعبة للبلاد. ومثلهم مثل كل القادمين من حضارة غربية كانت فكرة رفع الإنتاجية تشكل المحور الذي تدور حوله قيمهم الاجتماعية مع ما يرافقها من عدم الرضا لوجود أراضٍ غير إنتاجية أو فارغة، وكلمة فارغة في العبرية تعني الأراضي الخربة المدمَّرة. وكان النشاط الإيجابي بالنسبة لهذه الفئة من الطلائعيين يعني الدخول في صراع لإصلاح هذه الأراضي الفارغة.

وقد مثّلت مستنقعات الحولة بالنسبة لهذه الفئة من الناس إحدى شرور الطبيعة فكان الدخول إليها صعباً مع وجود كثيف للبعوض ناقل الأمراض، لذا بدأت تتعمق داخل الموقف الاجتماعي الإسرائيلي رغبة جامحة للدخول في معركة مع هذه المستنقعات والانتصار عليها بتحويلها إلى أماكن مزدهرة وصالحة للعيش. في ذلك الوقت لم يكن هناك إلا نفر قليل يدرك أهمية الحولة كموقع طبيعي. فلم تكن مسألة الطبيعة والبيئة تعتبر مسألة اقتصادية في ذلك الوقت إذ لم يكن هناك سياحة بالمعنى الصحيح وتركزت السياحة الداخلية على المتنجعات والمتنزهات التي يقصدها الناس للراحة بعد العمل.

ولكن بعض الخبراء القلائل في إسرائيل وغيرها أبدوا تحفظهم حيال النتائج المائية والجغرافية والكيميائية التي قد تترتب عن تجفيف الحولة مثل هبوط الأرض مثلاً ولم تؤخذ هذه الإنذارات على محمل الجد وتُرك جزء من المنطقة إثر ذلك بدون تطوير وأعيد تأهيله ليصبح محمية طبيعية رطبة ولكن للأسف كان هذا الجزء أقل أجزاء المنطقة ملائمة ليكون محمية طبيعية فقد كان ارتفاعه أعلى من سائر الأجزاء مما صعب عملية بقاء المياه فيه كما أنه كان قريباً من قناة صرف رئيسة أدت في النهاية إلى تلوثه.

## التغييرات البيئية التي حدثت ما بين ١٩٥٥ ـ ١٩٧٠:

تكونت في منطقة المستنقعات أتربة عضوية مختلفة تتراوح من التراب العضوي الغامق اللون إلى مخلفات النباتات المتحللة، وهذه الأتربة تعتبر غير مستقرة ضمن الظروف المناخية الحالية إلا في حالة إبقائها تحت الماء. وعندما تم تعريضها للهواء إثر تصريف مياهها بدأت تتحلل بسرعة كبيرة وقد نتج عن هذا التحلل إضافة إلى تأثير الجفاف على التربة هبوطاً في مستوى سطح التربة وبدأت الأرض تهبط في تلك المنطقة بمعدل ٧- ١٠ سنتمتر سنوياً وأدى الأمر إلى تكرار تبديل أنظمة الصرف لمرّات عدة وانقلبت الارتفاعات في مختلف مناطق الوادي مما تتطلب عمليات تعميق متواصلة لقنوات الصرف.

بعد هذا بدأت هذه الأتربة العضوية الجافة تلتقط النيران من مصادر خارجية بسبب قابليتها للاشتعال الفوري. إذ أن انخفاض مستويات المياه الجوفية ساعد على إطلاق الحرارة من أسفل المنطقة المعزولة لسطح التربة العضوية الجاف. وأدى اشتداد الحرارة فيما بعد إلى الاشتعال ونتج عن ذلك عواقب كثيرة تتمثل بتلويث الجو وتدمير المزارع وتحلل المواد العضوية مطلقةً مواد ضارة كالأمونيا، كما تراكمت النترات في الأتربة. وعندما جاءت فيضانات الشتاء تسربت هذه النترات مع وقوع عملية الغسل الشتوي إلى نهر الأردن وبالتالي إلى بحيرة طبريا.

واستمرت هذه المنطقة المستصلحة من وادي الحولة في إطلاق النترات مسببة ظهور الطحالب في بحيرة طبريا. ولم تستطع المحمية الصيفية التي أنشئت أن تحافظ على حيوانات المنطقة ونباتاتها مما أدّى إلى فناء أجناس كثيرة. وفي النهاية تحولت المنطقة التي كانت تعج بمختلف أنواع النباتات والحيوانات إلى أرض مسطحة تكسوها الغبار.

# إدارة وادي الحولة (رد الاعتبار)

## ١٩٧٠- ١٩٧٧

### ■ النواحي التنظيمية:

كان لانهيار النظام المائي الكيميائي في الحولة، بما نتج عنه من تدفق النترات وظهور الطحالب في بحيرة طبريا ردود فعل عامة قوية، قررت الحكومة أثرها إنشاء سلطة خاصة بهذا المجمع المائي تدعى سلطة بحيرة كينيرت/ طبريا، هدفها تنسيق الجهود المتعلقة بإدارة البحيرة. كما تألفت لجنة الحولة كهيئة هدفها تنسيق العمل في وادي الحولة خاصة. وكانت هاتان المؤسستان طليعة السلطات البيئية في إسرائيل وقد مهدت الطريق لتطور هيئات بيئية أفضت جميعها إلى تأسيس وزارة البيئة الإسرائيلية.

ولعل أهم الظواهر الفريدة في سلطة بحيرة كينيرت أنها تألفت من ممثلين عن المزارعين والبلديات وسلطات المياه والصناعات الموجودة في المنطقة. وبذا فقد تم تجنب الصراعات التقليدية بين المنتجين وأصحاب المصالح من جهة وبين الهيئات البيئية من جهة أخرى.

وقد اعتبرت الحكومة مسألة صيانة نوعية المياه في البحيرة هدفاً رئيسياً وخصصت ميزانية كبيرة لمثل هذا الغرض. وكان العمل الأول للجنة الحولة وسلطة البحيرة هو دعم وتنسيق الأبحاث الهادفة لإيجاد حل لمشكلة تراكم النترات في الوادي، وقد اشترك في هذا البحث المتعدد الأطراف عدد من المؤسسات الأكاديمية، وتكررت الاتصالات بين العلماء والمهندسين والإداريين في سلطة البحيرة من أجل رصد الآراء والردود. ونتج عن ذلك بحثاً علمياً موجهاً شاملاً للعديد من التصليحات ومتكيفاً مع الظروف، وتم البدء بتنفيذ التوصيات على الفور.

## ■ نتائج البحث الرئيسة:

بعد إجراء دراسة تفصيلية لوضع الحوض المائي تبين وجود منحدر ارتوازي مدار بواسطة الماء يبطيء من تسرب المياه الجوفية إلى الأعلى وبذا يحد من سحب المياه المليئة بالنترات من الأسفل وعادة ما يحدث غسل الأرض خلال فصل الشتاء او خلال الفيضانات الخاطفة التي يتكرر حدوثها في منطقة وادي الأردن. وترتفع مياه النهر خلال الفيضان إلى الأعلى وتدخل إلى المناطق المنخفضة حيث الأتربة العضوية. وعندما ترتد هذه المياه بعد انحسار الفيضان تسحب معها كميات من النترات إلى النهر ومن ثم إلى البحيرة.

وقد تم دراسة العمليات الميكروبية التي تؤدي إلى إنتاج النترات وإلى تدميرها. كما حُددت تأثيرات الحرارة والرطوبة والأكسجين على إنتاج النترات ومعرفة كمياتها ووجد أن درجة تراكم النترات تكون عالية جداً خلال الصيف إذا ما تم تعريض أي سطح عميق للتربة للهواء أو تصريفه.

وقد أجريت دراسة مفصلة لرفع فعاليات عمليات إزالة النترات إلى أقصى حد وهي عمليات تتضمن تحويل النترات إلى غاز النيتروجين.

وتحدث عملية إزالة النترات بسرعة كبيرة إذا ما أعيد ترطيب التربة الجافة بالماء بسرعة. وتستفز هذه العملية نشاطاً مكروبياً (جرثومياً) هائلاً نتيجة لتعريض أسطح الجزئيات الكبيرة من المواد العضوية التي تتفكك عندما يخف ارتباطها بالهيدروجين داخل التربة المفككة.

كما وُجد أن الري بالرشاشات ضمن التوقيت المناسب هو أمر فعال جداً في تخفيف نسبة النترات في التربة، كما ان الزراعة المكثفة للمحاصيل العلفية تساهم في سحب كميات كبيرة من النيتروجين من التربة وتؤدي بالتالي إلى تخفيف نسبة النترات.

## ■ التطبيق:

بينت نتائج البحث أن الإدارة السليمة للمياه هي الطريقة الصحيحة لتخفيض إنتاج النترات إلى الحد الأدنى ثم غسلها، فقد أدّى تعميق وتوسيع حوض النهر وبناء السدود إلى تخفيض تسرب مياه الفيضانات في التربة. وقد تم في فصل الصيف الحفاظ على عمق ٦٠- ٨٠ سم للمياه الجوفية على أن يخفف في فصل الشتاء إلى ١٢٠ سم للسماح بدخول مياه الأمطار إلى التربة. وقد أنجزت هذه العملية من خلال إقامة سلسلة من السدود على مجاري قنوات الصرف الرئيسة والمتصلة ببعضها البعض بواسطة شبكة من القنوات الصغيرة. اما نظام الري السابق تحت الأرض فقد استبدل بنظام الري بالرشاشات التي وضعت على مسافات محدودة ومدارة جيداً مما أدى إلى إطلاق كثيف لعملية إزالة النترات وخفف من تراكمها في طبقات التربة. وقد اعتبرت هذه العملية أول عملية بيولوجية تقنية على المستوى الميداني جميع خطواتها خلال فترة الخمس سنوات من بدء العمل وأدت إلى التخفيف من تسرب النترات وتدفقها إلى بحيرة طبريا.

## ■ التغيرات البيئية ١٩٧٧ - ١٩٩٠:

أدى البحث البيئي الكثيف الذي أجري خلال الفترة السابقة إلى ظهور نتائج عديدة أولها كان مجموعة من النتائج التي ساعدت في تحسين الإنتاج الزراعي في الوادي من خلال استخدام طرق ري محسنة وطرق تسميد محسنة ومن خلال حراثة التربة واختيار الأصناف المزروعة.وقد شجع هذا النجاح استخدام المنطقة للزراعة قُسِّمت على أثره الأراضي التابعة للحكومة إلى مستوطنات تعاونية فردية كما ساهمت أسعار القطن المرتفعة في ذلك الوقت وأربحية إنتاجه على استخدام المنطقة للزراعة.

أما التغيير الإضافي الذي حصل فكان عملية الانتقال البطيء لإدارة المنطقة ونظامها المائي من أيدي سلطة البحيرة إلى أيدي سلطة المياه المحلية التي

يهيمن عليها القطاع الزراعي وتم استبعاد الخبراء الذي قدموا المعلومات والخبرات لفهم هذا النظام المائي عن الإدارة وترافق ذلك مع ظهور صعوبة في تقبل المزارعين للتوصية السابقة القائلة بإدارة مستوى ارتفاع المياه الجوفية وإقامة نظام قنوات صرف مكثف لتحقيق هذا الأمر. لذا اشتدت الضغوط لتحطيم هذه القنوات والسماح بزراعة الأراضي وتعديل نظام الري بما يتناسب مع احتياجات زراعة القطن وأدت هذه الضغوطات كلها إضافة إلى غياب القوانين الصريحة والإرشادات المكتوبة وعدم أخذ الظروف البيئية في الاعتبار إلى تدمير بطيء لنظام الإدارة والسيطرة المائية في المنطقة.

ونتيجة لذلك فقد تم طمر قنوات الصرف ولم يتحقق الحفاظ على المنسوب الملائم للمياه الجوفية. مع حلول خام ١٩٨٠ وقعت الكارثة التي لا رجعة فيها فانخفضت مستويات المياه إلى عمق عدة أمتار وانتشرت الحرائق الفجائية ولم تستطيع التربة الجافة أن تحتفظ بالماء وازداد هبوط التربة وانخفضت خصوبتها وأصبحت أجزاء من المنطقة عبارة عن صحراء قاحلة.

## ■ عملية أخذ القرار:

كان القرار التقليدي المقبول في مواجهة هبوط الأرض هو تعميق قنوات الصرف لمنع فيضان الماء على الأراضي المنخفضة. وقد عطلت لجنة الحولة عام ١٩٨٢ هذا القرار وعادت إلى تقييم الوضع. بعد ذلك قررت اللجنة تقدير جميع الخيارات البديلة لإدارة هذه المنطقة وكان من أولى هذه الخيارات الاستمرار في نظام الزراعة التقليدية، وكان هذا النظام يتطلب تعميق قنوات الصرف إضافة إلى بذل الجهود لحل مشاكل خصوبة التربة. أما الخيار الثاني فكان إعادة إغراق المنطقة بالماء لحل المشاكل البيئية وإيجاد مصادر دخل من السياحة والثروة السمكية ولكن هذا الخيار واجه اعتراضات واسعة من جماعات الضغط الزراعية أساساً بسبب تخوف هؤلاء من فقدان حقوقهم في الأراضي إذا ما تم إغراقها.

وقد أجرت لجنة الحولة بالاشتراك مع لجنة بحيرة طبريا دراسة اقتصادية لجميع الخيارات. كان أحد المبادئ الرئيسة وراء هذا الأمر أن أي تقييم يجب أن يقوم على حسابات اقتصادية بحتة. وجاءت نتائج الدراسة واضحة: إن إغراق المنطقة بالماء وتوسيع السياحة فيها ليس خياراً صديقاً للبيئة فحسب بل خياراً يدر دخلاً أكبر.

وجاءت توصية لجنة بحيرة الحولة بإعادة إغراق جزء من الوادي بالماء في وقت كانت الزراعة في وضع ضعيف وكانت السياحة قد بدأت تتوسع مما ساعد على تقبل السكان ومختلف السلطات لهذه التوجهات.

حالياً تم إغراق ٢٠٠ هكتار من الأرض بالماء وظهرت بحيرة اصطناعية محاطة بأراضٍ رطبة وتم الاحتفاظ بمنسوب عالٍ من المياه في المنطقة، كما خُطِّط لإقامة عدة مشاريع فيها.

# الفصل الخامس

## خيارات المستقبل: التوازن بين الطلب على الماء وبين مصادره

في الوقت الحالي لا تكاد مصادر المياه العذبة المتوفرة في المنطقة تكفي للحفاظ على اقتصاد المنطقة ومستوى معيشة سكانها فالأردن على سبيل المثال يفرط في ضخ مياهه بزيادة قدرها ٣٠٠ م م$^{3}$ في السنة معرضا بذلك مستويات المياه إلى الانخفاض ومسببا ارتفاع الملوحة في طبقات الأحواض الصخرية. ومثل هذا الأمر يتكرر في أنحاء كثيرة من المنطقة قيد الدرس. إن مواجهة الطلب المتزايد على المياه في المستقبل من خلال زيادة الضخ من المياه السطحية أو الجوفية سوف يؤدي إلى تطوير غير مستدام وإلى تفريغ مصادر المياه العذبة وتدمير واسع للبيئة.

ويسبب تكرار حدوث مثل هذه الأوضاع في العديد من أنحاء المنطقة قيد الدرس مثل حوض الأزرق ووادي الحولة وغيرها(الفصل٤) فإن حقيقة وضع قيود على موارد المياه يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار عند وضع الخطط الاقتصادية والسياسات الحكومية. ولا يبدو احتمال وصول العرض والطلب على المياه إلى توازن مستدام إلا من خلال تغيير وتعديل نماذج الطلب والاستخدام أو إيجاد موارد جديدة للمياه أو كلاهما. والأهم من هذا كله تقليص فقدان المياه وزيادة فعالية استخدامها بشكل ملموس.

## إدارة الطلب على المياه

ظهرت بوادر نقص المياه في المنطقة قيد الدرس نتيجة للجفاف، وقد تم مواجهة هذا النقص من خلال التدخل في إدارة الطلب على المياه، وتم تخفيض استخداماتها في إسرائيل من ١٩٨٧ م م$^{٣}$ سنويا عام ١٩٨٧ إلى ١٤٢٠ م م$^{٣}$ عام ١٩٩١ بدون أن تحصل أية خسارة في الإنتاج الزراعي أو يحدث أي تراجع في النمو الاقتصادي(بسواس وآل ١٩٩٧) ولعل في هذا ما يدل على ما يمكن تحقيقه عند الاعتدال في الطلب. عمليا يمكن أن يدار الطلب على المياه من خلال تدابير ترشيد الاستهلاك في القطاعات المدنية والزراعية والصناعية أو من خلال اتباع سياسات اقتصادية معينة. ومن المهم جدا إدراك أن الجهود المبذولة لإدارة الطلب إضافة إلى توفيرها للمياه هي أيضا عديمة التكاليف. وسوف نقوم في هذا الفصل بشرح عدة سياسات لإدارة الطلب على المياه في ضوء المعايير الخمسة التي وضعتها اللجنة بخصوص ذلك(الفصل ٣).

## ترشيد الاستهلاك

مع حتمية النمو السكاني، يصبح إلزاما أن تتم مخاطبة ترشيد الاستهلاك الفردي للمياه في القطاعات الثلاثة الرئيسة في المنطقة قيد الدرس وهي الزراعة والصناعة والمدن. فهناك اختلافات ملموسة في الاستهلاك الفردي للمياه داخل دول المنطقة قيد الدرس، وهناك ضغوط لا شك فيها تدفع للمساواة في الاستهلاك بين المناطق الأدنى والأعلى استهلاكاً. ومع ذلك يجب الوصول إلى أرضية وسطية من أجل إيجاد توازن في مستويات المعيشة والتطور الاقتصادي ضمن القيود التي تفرضها مسألة توفر المياه في المنطقة. وهذا التوازن يعني تخفيض استهلاك الفرد للمياه بدون المس بالاقتصاد أو بالمستوى المعيشي، وفي نفس الوقت تحسين الوضع الاقتصادي والظروف الصحية ومستويات المعيشة لدى الأردنين والفلسطينين. وقد أصبحت تدابير ترشيد الاستهلاك معروفة ومثبتة ولكنها تتطلب حوافز اقتصادية واجتماعية

من أجل تشجيع تطبيقها. وعلى الرغم من ارتفاع تكلفة بعض تدابير ترشيد المياه إلا أنها تبقى بالمحصلة أفضل من التكاليف المرصودة لزيادة مصادر المياه. إضافة إلى ذلك فإن إجراءات ترشيد استهلاك المياه تؤثر إيجابياً على نوعية المياه وعلى البيئة ولو حتى فقط من خلال تخفيف الضغط على مصادر المياه العذبة وعلى كميات المياه العادمة التي تنتج عن النشاطات البشرية.

## المدن

تحقق تدابير ترشيد استهلاك المياه نجاحا كبيرا في القطاعات الحضرية والريفية وخاصة في الولايات المتحدة حين تلاقي دعما شعبياً واسعاً، وتشمل إجراءات الترشيد:

١- تحديد كمية المياه اللازمة لغسل المراحيض.
٢- استخدام معدات سباكة موفرة للمياه مثل المراحيض ورشاشات الاستحمام.
٣- تبني تطبيقات فعالة في توفير المياه (الغسالات).
٤- تحديد الاستخدامات الخارجية للمياه مثل ري المسطحات العشبية والحدائق في المساء أو في الصباح الباكر أو غسل السيارات فوق المسطحات العشبية بدون استخدام خراطيم المياه.
٥- تبني ممارسات موفرة للمياه في المصالح التجارية مثل تقديم المياه في المطاعم عند الطلب أو تشجيع استخدام المناشف والمحارم الورقية في الفنادق.
٦- إصلاح التسرب في الأنابيب.
٧- تحديد استخدام وحدات طحن القمامة.

ويختلف الدعم الشعبي لهذه الإجراءات لكون معظمها اختياريا ويعتمد على تصرفات الأفراد أو ينطوي على تأثيرات اجتماعية سلبية (ضرائب وتكاليف أعلى). ولكن المنطقة قيد الدرس تتمتع بإيجابية في هذا بسبب وعي سكانها نسبيا لكيفية استخدام المياه. ويعتبر الوعي الشعبي لدرجات استخدام المياه مفتاحا أساسيا لبرامج ترشيد الاستهلاك في المدن.

وقد ينتج عن هذه التدابير المنزلية توفير ملموس في المياه، مثل استخدام كميات

مخفضة من الماء لغسل المراحيض(٦ لتر لكل غسلة تقريبا) في حين تستهلك المراحيض التقليدية من ١٣-١٩ لتر . والأدوات المستخدمة لهذا الشأن هي وضع عبوة بلاستيكية مليئة بالماء في خزان المرحاض للتخفيف من كمية المياه المستخدمة في الغسل أو عمل سدادة للمرحاض يمكنها أن توفر من ٣,٧- ٧,٥ لتر لكل غسلة، أو استخدام رشاشات الاستحمام ذوات الرش الخفيف والرخيصة الثمن والتي توفر٧,٥ لتر في الدقيقة، وأخيرا وضع صمامات مخففة للضغط يمكن أن توفر من استخدام الطاقة والمياه كما تخفف من احتمالات التسرب و الخراب. وقد قدرت الوكالة الأمريكية للحماية كميات توفير المياه في المنازل ذات الضغط المتدني مقارنة مع المنازل ذات الضغط العالي بنسبة ٦% بينما يزيد الضغط المنخفض من اعتمادية الأنظمة المائية بنسبة ٣٣% (الوشاح وشو ١٩٩٤).

وبالنسبة لبارغور (١٩٩٣) فقد قدرت مؤسسة المياه الإسرائيلية كمية المياه التي يمكن تخفيض استخدامها في منازل إسرائيل بخمسة مليون متر مكعب إذا ما تم إتباع التدابير الطوعية بشكل واسع. ويلخص الجدول ٥:١ توفيرات مياه المنازل التي يمكن تحقيقها من خلال استخدام أدوات ترشيد الاستهلاك. وسوف نرى هنا إن انخفاض تكلفة هذه الاجراءات الطوعية يجعل من المفضل لدينا تشجيع تبنيها ونشرها في جميع أنحاء المنطقة قيد الدرس. ونضرب هنا مثلاً على احتمالات التوفير: أي عائلة نموذجية مؤلفة من ٥ أشخاص لا تطبق إجراءات الترشيد تستخدم ٤٢م من المياه شهرياً تكلفة ٤٢ دولار (مع افتراض نسبة التبادل للدولار 3,6 شيكل إسرائيلي جديد منذ عام ١٩٩٨) ولكن استعمال أدوات توفير المياه يخفض استهلاك هذه العائلة الى١٦-١٩ م$^{٣}$ شهرياً وهذا يعني نسبة ٦٢% أقل .

أما الاجراءات غير الطوعية لترشيد استهلاك المياه والتي تطبق في قطاع المنازل فتعتبر أسهل تطبيقاً ولكن اكثر كلفة، وتتضمن هذه الاجراءات إصلاح الأنابيب التي تُسرِّب الماء من أنظمة التوزيع وإصلاح أنابيب المجاري وتوسيع شبكة المجاري المركزية ووضع العدادات لكل الوصلات المائية وتقنين استخدامات المياه وفرض قيود عليها. كما يمكن إدخال تحسينات على أنظمة توزيع المياه البلدية مثل استبدال الأنابيب

المهترئة وتركيب عدادات مياه كجزء من السياسة الحكومية المتبعة لترشيد استهلاك المياه. ففي مدينة مكسيكوسيتي أدى اتباع سياسة ترشيد جريئة الى إصلاح الأنابيب المنزلية إضافة الى إصلاح الشبكة المركزية (ن.ر.سي١٩٩٥). وعلى الرغم من ارتفاع كلفة هذه الاجراءت إلا أن التوفيرات المحتملة في أثمان المياه وكمياتها يجب أن توضع في الميزان مقابل أية إجراءات بديلة أخرى. ولعل النمو السريع المحتمل في كل من القطاعين العام والخاص على طول المنطقة قيد الدرس يحمل وعوداً بإدخال إجراءات المحافظة على المياه وترشيد استهلاكها ضمن البنى التحتية الجديدة التي ستظهر في المنطقة.

ومع أن الاستهلاك الفردي في إسرائيل هو في ازدياد مستمر من ٨٠ م$^3$ /سنوياً عام ١٩٦٥ الى ١٠٠ م$^3$ عام ١٩٩٥ إلا أن الفروقات الفردية التي تظهر بين المناطق المختلفة تدل على أن استخدام المياه يمكن تخفيضه بدون التأثير على نوعية المياه فبينما يبلغ الاستهلاك الفردي في القدس ٦٧ م$^3$/سنة يصل في تل أبيب الى ١١٧ م$^3$ /سنة وفي حيفا ٨٩ م$^3$/سنة دون حساب خسائر النقل. أما في البلديات المتدنية الدخل فينخفض استهلاك المياه إلى ٤٠م$^3$/سنة (تاهال ١٩٩٣) في حين يرتفع هذا الرقم في ريف إسرائيل إلى ١٩٦ م$^3$/ الفرد/ السنة. إن مثل هذه الفروقات يجب أن يتم التحقق منها إلى الدرجة التي تظهر أنه وحتى ضمن ظروف اكثر تقيداً يبقى هناك مجالاً لترشيد أكبر في استهلاك المياه في القطاع المدني. ويصل الحد الأقصى للاستهلاك الفردي للمياه بين الفلسطينيين في المدن إلى ١٠٠ م $^3$/ الفرد/ السنة وهو رقم شبيه بالرقم الإسرائيلي وربما يصل في بعض مناطق المدن إلى ٢٠٠ م$^3$ ولكنه ينخفض في المناطق الريفية الى ٢٠ م$^3$ / الفرد/ السنة وهذا الرقم يعكس حقيقة عدم توفر شبكات لتوزيع المياه أو يعكس محدودية موارد المياه في تلك المناطق. وعلى الرغم من أن الاستهلاك الفردي الفلسطيني في المدن يمكن تخفيضه من خلال عمليات الترشيد إلا أن الاستهلاك الريفي قد يرتفع مع تحسن وتوسع شبكات لتوزيع المياه وتحسن مستوى المعيشة. وقد يعني تطوير شبكات توزيع جديدة ومنتشرة للمياه ازديادا في نسبة الاستهلاك ما لم توضع قيود محددة في الدرجة الأولى.

جدول ٥،١ : مقارنة التطبيقات التقليدية وغير التقليدية في استخدامات المياه المنزلية

| الصنف | الاستخدام التقليدي لتر/وحدة | الاستخدام المحسن لتر/وحدة | تكرار الاستخدام أوقات/توقيت/خطوات | التوفيرات مع التقنيات المحسنة م٣/وحدة | التوفيرات البشرية م٣ | القيمة دولار |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| غسل المراحيض | ١٦لتر/ غسلة | تخفيف الأنابيب ٦لتر/ غسلة أداة بديلة | ٥/ شخص/ يوم | 0,050/ يوم 0,020/ يوم | 1,5 0,60 | 1,5 ٠,60 |
| رأس الدش | ١٨,7-٣٠لتر/ دقيقة | أنسياب مخفف ومضغوط 7,5 لتر/ دقيقة | ١/ شخص/ يوم ١٠ دقائق | 0,112 -0,337 لكل ١٠ دقائق | 3,38 -6,75 | 3,38-6,75 |
| الحمام | ٩٤-١٣١لتر/ يوم | | | | | |
| النفايات | ١٢-١٩لتر/ غسلة | | | | | |
| الغسالات | أوتوماتيك كامل ١٣١-٢٦٣لتر/ غسلة | يدوي٤٠- ٦٠لتر/ غسلة | ٣دورات لكل غسلة | 0,273-0,588 | 0,588 | 0,588 |
| غسيل السيارات | خراطيم عادية لمدة ٢٠ دقيقة ٣٧٥لتر | خراطيم مضغوطة لمدة ٢٠ دقيقة ٥٦ لتر | ٣/ شهر | 0,319/ غسلة | ٠,96 | 0,96 |

وكدليل آخر على إمكانية توفير المياه, فقد أبلغت السلطات البلدية في الضفة الغربية في تقرير لها أن خسائر المياه غير المحسوب حسابها نتيجة لخلل في شبكة التوزيع تتراوح من ٢٦% في رام الله الى ٥٥% في الخليل (مهندس مياه بلدية الخليل، مقابلة شخصية ١٩٩٦). أما في الأردن فيبلغ معدل فقدان المياه في الشبكات ٥٠% (سلطة المياه الأردنية).

في عام ١٩٩٠ وصل معدل فقدان المياه في أكبر ٤٠ بلدية في إسرائيل الى 11,3% (تاهال ١٩٩٣) وبشكل عام تعزى معظم هذه الخسائر الظاهرة في التوزيع الى تركيب وصلات غير قانونية أو وصلات بدون عدادات أو إلى أخطاء في تركيب العدادات. إن وضع العدادات والقراءات الصحيحة على الوصلات يزيد من تبني تدابير الترشيد الطوعية ويعطي صورة أصح للكميات المفقودة خلال التوزيع، إلا أن المياه المتسربة من شبكات توزيع المياه العذبة لا تعني خسارة كاملة بالضرورة لأنها قد تتسرب وتعيد شحن المياه الجوفية. ومن ناحية أخرى فإن المياه المتسربة من أنابيب المجاري الصحية والخارجة من محطات التنقية وأحواض التجمع يمكنها أن تلوث المياه الجوفية. وقد يسفر التخفيض في هذه التسربات عن زيادة ضخ المياه العادمة المعالجة وبالتالي زيادة كميات المياه المعاد استخدامها (انظر استصلاح المياه العادمة لاحقاً).

إن كميات المياه الإضافية التي يمكن توفيرها للاستخدام من خلال تخفيض التسرب والفقدان في أنابيب المجاري قد تكون ملموسة فعلى سبيل المثال تعطي الأرقام الرسمية لمجموع المياه العادمة في إسرائيل (جدول ٢:٥) رقماً يقارب ٣٧٤ م م٣ ولكن إذا علمنا أن مجموع الاستخدامات المنزلية يبلغ ٥٤٦ م م٣ والصناعية ١٣٠ م م٣ سنوياً وأن نسبة الاستخدامات الاستهلاكية التي لا تعود الى الأنابيب في المدن مثل ري الحدائق والبساتين العامة تبلغ ١٠-٢٠ % وإن ٥٠% من المياه في القطاع الصناعي تدخل في الصناعة نفسها، فإنه بناء على هذه الفرضيات يجب أن تكون الكمية التي تصل الى أنظمة المجاري الصحية في المدن حوالي ٤٣٧ م م٣/سنوياً (مع فرضية نسبة استهلاك ٢٠%) ويشكل هذا الرقم إضافة الى المياه العادمة القادمة من الزراعة ما مجموعه ٥٠٠م م٣ سنوياً ويظهر لنا هنا فرقاً يصل الى ١٢٥م م٣ بين الكميات المحتملة والكميات الحقيقية، وهذا الرقم يمثل الكمية التي يمكن توفيرها

لإعادة الاستخدام من خلال تخفيف التسرب والفقدان في الأنابيب الصحية. وتوجد عدة تفسيرات محتملة لهذه الفروقات الواسعة بين كميات المياه التي تدخل المدينة وتلك التي تخرج منها، فهناك تسربات في معظم شبكات التوزيع في المدن إضافة إلى فقدان مياه أخرى في أنظمة التخلص من المياه العادمة. وفي المجتمعات الصغيرة والمتوسطة العدد توجد منازل كثيرة غير متصلة بشبكات المجاري وتقوم بالتخلص من أوساخها بواسطة صهاريج النضح وتقدر المياه العادمة التي تنقلها صهاريج النضح في إسرائيل بما يقارب ٥٠ م م$^{3}$/سنوياً. وهذه المياه عدا عن كونها لا تعالج فهي تشكل سبباً رئيسياً للتلوث في المياه الجوفية.

**جدول ٢ : ٥**

**تجميع ومعالجة واستخدام المياه العادمة في إسرائيل ١٩٩٤**

| المقاطعة | عدد السكان | مجموع المياه العادمة | مياه المجاري الصحية | المياه المعالجة | المياه المستخدمة |
|---|---|---|---|---|---|
| القدس | ٦٤٣,٢٦٧ | ٣٥,٤١٢م | ٣٤,٥٩٦م | ١,٩٥٧ م | ٢٥,٩٩٤ |
| الشمال | ٩٣٣,٤٤٨ | ٦٣,٨٢٨ م | ٥٥,٣١٢ م | ٤٢,٤٦١ م | ٣٠,٠٦٨ |
| حيفا | ٧١٦,٤٦٠ | ٥٢,١٨٤ م | ٤٩,١٢٠م | ٤٣,٩٠٠ م | ٣٦,٤٣١ |
| الوسط | ١,١٧٠,٨٢٤ | ٧٨,٨٢٧م | ٧٢,٤٨٧م | ٧٠,٢٥٠م | ٢٩,١٧٧ |
| تل أبيب | ١,١٤٠,٥٢٣ | ٧٦,٧٤٧م | ٧٦,٦٢٨م | ٧٦,٦٢٨م | ٩٤,٨٨٤ |
| الجنوب | ٧٠١,٣٣٠ | ٦٧,٢٦٢ م | ٦٢,٦٢٨ م | ٦٢,٣٧٢ م | ٣٥,٩٧٤ |
| المجموع | ٥,٣٠٥,٨٥٢ | ٣٧٤,٣٠٣م | ٣٥٠,٧٧١م | ٢٩٧,٥٧٠ م | ٢٥٢,٥٢٩ |

ملاحظة: جميع الأرقام ما عدا السكان هي م م$^{3}$

المصدر: ايتان ١٩٩٥ .

وهناك سبب ثالث لفقدان المياه وهو تسربها من المجاري. وفي الوقت الحالي لا يوجد أي حافز لدى البلديات لإصلاح التسرب من المجاري أو لمنع استخدام صهاريج النضح. والهم الرئيس لدى هذه البلديات هو تقليص كمية المياه التي تصل الى محطات التنقية لتوفير ما أمكن من تكاليف المعالجة ورغم أن التغييرات التي تجري

في البنى التحتية والتحسينات التي تطرأ على أنظمة توزيع المياه وعلى أنظمة المجاري تعتبر أموراً مكلفة مادياً إلا أن كلفتها ستعود بالنفع اكثر من أي إجراءات أخرى على توفير المياه حين تتم المقارنة.

وفي النتيجة يتبين من الجدول ٥:٣ أن جهود ترشيد المياه في المدن تصبح اكثر جذباً عندما يتم تقييمها أمام المعايير الخمسة التي وضعتها اللجنة . وعلى الرغم من أن ترشيد المياه لا يزيد عادة من كميات المياه المتوفرة (ما عدا إصلاح التسرب في أنظمة التوزيع) إلا أنه ممكن تقنياً واقتصادياً وليس له أية عواقب بيئية. والأهم من ذلك أنه من خلال حفاظه على كميات المياه المزودة حالياً، يحافظ أيضاً على مصادر المياه المتوفرة حالياً وللأجيال القادمة.

**جدول ٥،٣**

**إدارة الطلب على المياه**

| معيار اللجنة | ترشيد الاستهلاك | | | |
|---|---|---|---|---|
| | مدن | زراعة | صناعة | تسعير |
| التأثير على الموارد المائية | • | • | • | • |
| الإمكانية التقنية | + | + | + | + |
| التأثير البيئي | • | +/- | +/0 | +/- |
| التأثير الاقتصادي | + | +/- | +/- | +/- |
| التأثير على مسألة المساواة بين الأجيال | + | +/0 | + | + |

## الزراعة

تتحكم المؤسسات الحكومية في استخدامات المياه في القطاع الزراعي على كامل أراضي المنطقة قيد الدرس. وقد أثبتت التدابير الترشيدية نجاحها في تقليص الكميات المستخدمة للزراعة وبلغت التخفيضات في إسرائيل ما بين الأعوام ١٩٨٥ و١٩٩٣

ما يقارب ٢٠٠ م م$^{٣}$ سنوياً تمت معظمها في القطاع الزراعي نتيجة لاستخدام طرق ري محسنة ووضع قيود على توزيع المياه، وقد يصبح استخدام المياه للزراعة اكثر فعالية من خلال التقنية والأبحاث وربما السياسة الاقتصادية التي تعنى بتغيير أنواع النباتات المزروعة. إلا أن ازدياد الطلب على المياه في القطاع الزراعي وارتفاع كلفة إيجاد مصادر مياه جديدة يجعل من الضروري إعادة تقييم دور الزراعة في اقتصاد المنطقة من أجل ترشيد المياه ما أمكن. إحدى هذه الاحتمالات هي أن تقوم المنطقة بتبني ممارسات زراعية اكثر انسجاماً مع الحقائق البيئية في المناطق الجافة فهذه المناطق ستبقى هامشية كمورد رزق في المجال الزراعي إلا في حالة تأمين ماءٍ وفير لها من مصادر أخرى. والبديل المستدام الصحيح هو تطوير المصادر المائية المحلية واستخدامها بتعقل ، واستثمار الأوضاع والمصادر المحلية في نفس الوقت لخلق سوقٍ لتصدير منتجاتها. إذ يمكن زيادة مصادر المياه بشكل فعال من خلال حجز جريانٌ الأمطار ومياه الفيضانات (ايفيناري وآل ١٩٨٢) وتقليص حجم التبخر والنتح من خلال الزراعة المكثفة في بيئات مغلقة مثل البيوت الزجاجية الصحراوية. وهذه الأخيرة تحتاج الى استثمارات مالية وإبداعات تقنية ولكنها تعتبر استخداماً يوفر في الأرض وفي الماء ويمنع تملح التربة وينتج كميات عالية من المحاصيل التي تصدر وتجلب أسعار جيدة لأنها تنتج في غير مواسمها مثل نباتات الزينة والفواكه والخضار والأعشاب الطبية.

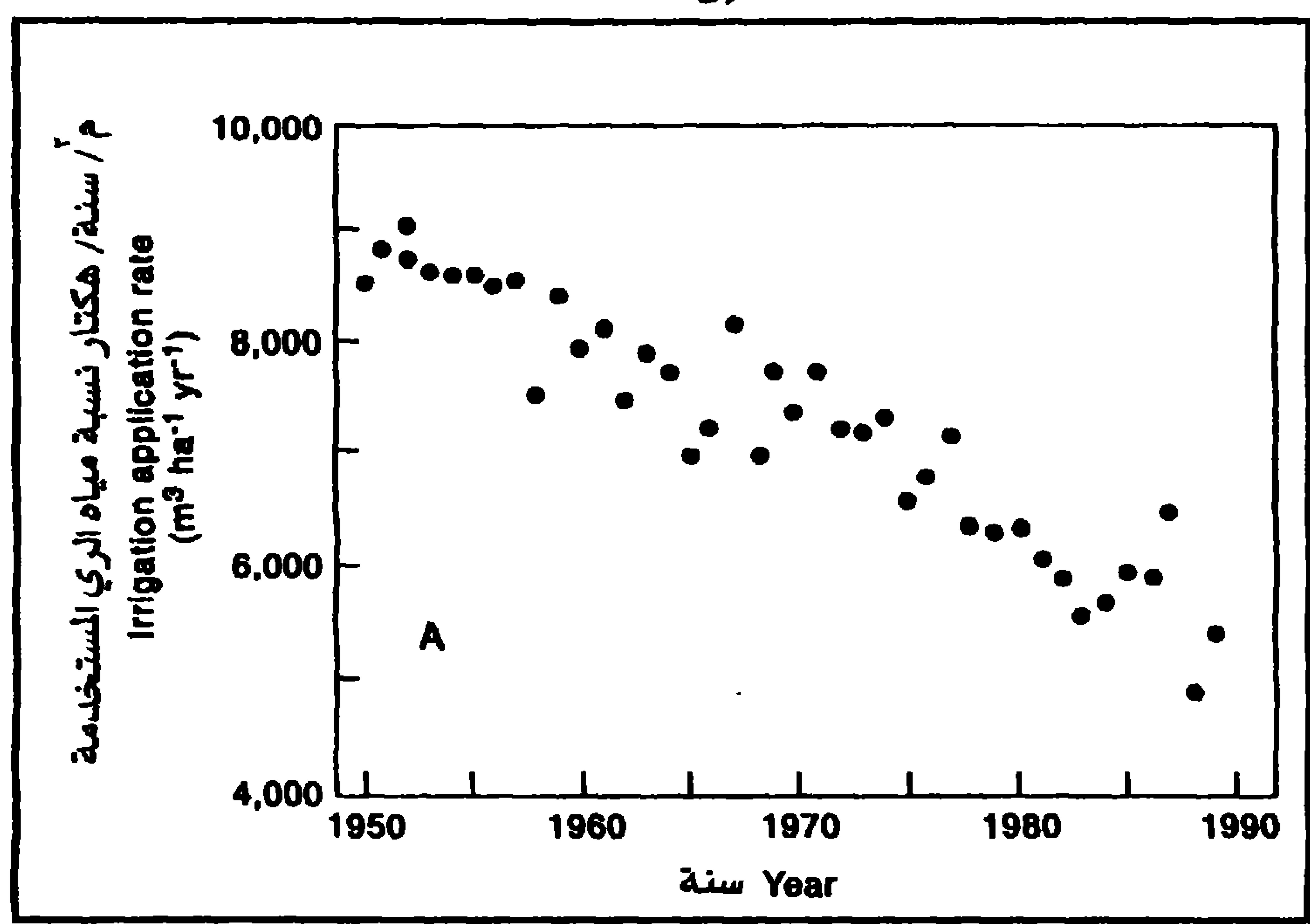
كما أن استخدام التسميد من خلال الري بالتنقيط وبطريقة مسيطر عليها حاسوبياً يساهم في تخفيف كمية الماء والسماد ويمنع تملح التربة وتلوث المياه الجوفية. يلي ذلك استخدام المياه المسوس التي تكثر في أحواض المنطقة لري المحاصيل القادرة على تحمل الملوحة وزيادة المواد الصلبة في الفواكه كالبندورة والشمام وبالتالي زيادة أسعارها. والمياه المسوس تصلح أيضاً لإنتاج الثروة السمكية في الصحاري. وأخيراً يأتي استخدام المياه المعالجة في الري التحت-أرضي للبيارات وللمحاصيل العلفية مما يرفع من إنتاجية الأراضي الجافة بطريقة مستدامة. وعلى كل حال إن أي محاولة لإعادة تقييم دور الزراعة في المنطقة قيد الدرس يجب أن تأخذ بعين الاعتبار التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية والتأثيرات البيئية الناجمة عن تغيير الممارسات الزراعية.

وفي عام ١٩٩٦بلغ استخدام المياه للهكتار الواحد(١٠ دونمات) في الأردن ما

يقارب ٦٨٠٠م٣ سنوياً وقد عمدت سلطة وادي الأردن حديثاً ومن أجل زيادة فعالية استخدام المياه الى تحويل أنظمة الري المستخدمة من قبلها الى شبكات أنابيب مضغوطة. وفي الضفة الغربية وقطاع غزة بلغ استخدام المياه ٧١٥٠م٣/للهكتار الواحد ومعظمه على شكل ري تنقيط وبيوت بلاستيكية. أما في إسرائيل حيث يمارس الري بالتنقيط بكثافة فقد بلغ استخدام المياه- ٥٧٠٠م٣ سنوياً للهكتار الواحد ١٩٩٥ بعد أن كان عام ١٩٥٥ ما يقارب ٨٦٠٠م٣ (انظر الصورة ١:٥) فيما ارتفعت إنتاجية المحاصيل لكل وحدة مياه (انظر الصورة ٢:٥) الى اكثر من الضعفين أي من ١,٢ إلى ٢,٥ كيلو غرام لكل م٣ من الماء (ستانهيل١٩٩٢).

## صورة ١:٥

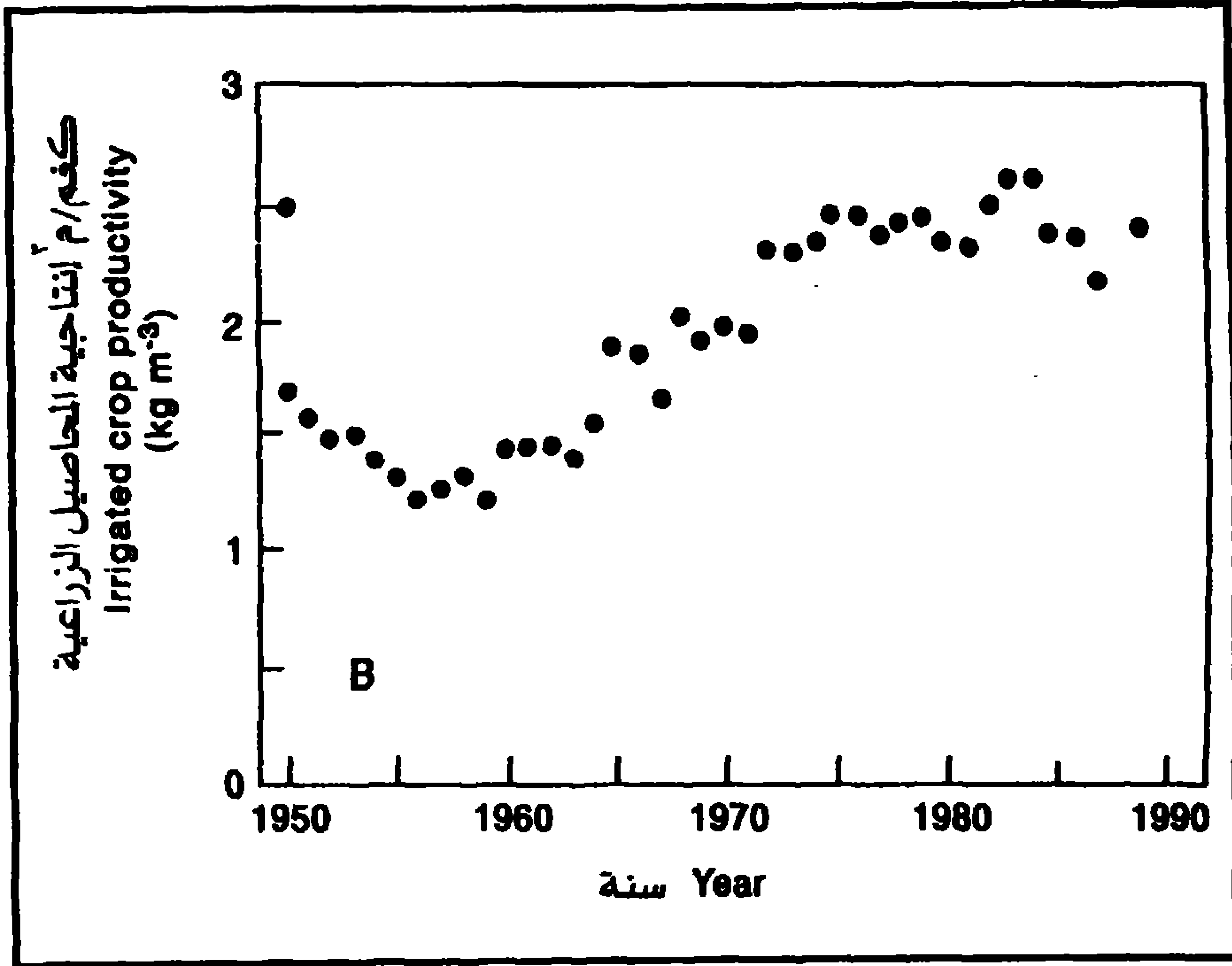
## معدل استخدام مياه الري بالهكتار في إسرائيل من عام ١٩٥٠ إلى ١٩٩٠




(المصدر: ستانهيل)

صورة ٢:٥

**إنتاجية المحاصيل المروية في إسرائيل من عام ١٩٥٠ إلى ١٩٩٥**




(المصدر ستانهيل ١٩٩٢)

وقد بينت التجارب الإسرائيلية كيفية زيادة فعالية استخدام مياه الري من خلال إدخال تحسينات في فعالية الري وزيادة إنتاجية المحاصيل وتغيير أنواع المحاصيل الزراعية، إذ يمكن توفير المياه العذبة بالتحول إلى الزراعة على المياه المعالجة أو مياه المسوس، إلا أن نوعية المياه المعالجة في الأردن قد تكون ادنى مستوى من تلك التي في إسرائيل (سلام وبنايان ١٩٩٣). وحالياً يغطي الري بالتنقيط والرشاشات ٨٠% من المساحة المروية في إسرائيل ويعطي فعالية من ٨٥- ٩٠% أما باقي الأراضي المروية فتستخدم الرشاشات بفعالية ٧٥- ٨٠%. ولم يعد الري بالانسياب ذو الفعالية ٥٠- ٦٠ % يستخدم في إسرائيل منذ منتصف الستينات كما نتج عن تطبيق التحكم الأوتوماتيكي بالري في إسرائيل سيطرة آلية على المياه وقدرة على الري في أي وقت يناسب [لتجنب فترات الرياح وتخفيف فقدان المياه (نافذة ١:٥)].

وقد أعطيت مسألة تحديد متطلبات المحاصيل من المياه في عدة مناطق بإسرائيل أولوية في الأبحاث الزراعية في الستينات والسبعينات ويوضح الجدول ٥:٤ نتائج العديد من التجارب التي أجريت في معظم أنحاء البلاد على عدد من المحاصيل الرئيسية (شاهيفيت وآل ١٩٨١) واستخدمت الحكومة هذه النتائج لتحديد تخصيصات المياه للمنتجين في عدة مناطق.

هناك طريقة أخرى متبعة لتوفير المياه في الزراعة وهي التحول من زراعة المحاصيل التي تتطلب مياهاً كثيرة إلى تلك القليلة الطلب على المياه. وقد تمت هذه العملية في إسرائيل خلال السنوات الأولى للري وكانت مسؤولة عن تخفيض معدل ري الهكتار على مدى الأربعة عقود السابقة كما تبين الصورة ٥:١ إلا أن هناك حدود لقدرة هذا التوجه على توفير المياه لأن نوعية المياه نفسها تحدد الأنواع التي يمكن إنتاجها في المنطقة قيد الدرس.

وعند تصميم برامج ترشيد المياه في الزراعة يجب أن يُفهم أن المياه الموفرة لا تعني تلك التي قد تتسرب إلى الأعماق لشحن الأحواض الصخرية أو تلك التي تجري على السطح لاستخدام شخص آخر بل تلك التي توفر بكمية صافية في الزراعة بدل أن تذهب هدراً للاستهلاك أو تتدنى نوعيتها.

وكما تبين في الجدول ٥:٣ فإن كمية المياه الموَفّرة لا ترفع كمية المياه المتوفرة فهذه الأخيرة لا تزيد لأن المياه الموفرة قد أعيد استخدامها أو خصصت لمكان آخر. كما أن التأثيرات البيئية للمياه الموَفّرة تختلف مع اختلاف التأثيرات التي تحدث عندما يعاد استخدامها لأغراض بيئية لذا نرى أنه بقدر ما تساهم طرق الترشيد الزراعية في توفير المياه بقدر ما تحفظ تلك المياه للأجيال القادمة.

نافذة رقم ١:٥

تحسين فعالية المياه

## في الزراعة التقليدية في وادي الجفتلك

يقع وادي الجفتلك شرق مدينة نابلس في الضفة الغربية وينحدر الوادي من مدينة نابلس باتجاه غور الأردن.

وفي أوائل السبعينات اقتصرت زراعته على الخضار الشتوية التي كانت تزرع بالطرق التقليدية من قبل ٤٠٠ مزارع يعيشون في ستة قرى بمعدل دخل فردي يقل عن ٢٠٠ دولار سنوياً.

كان أصحاب الأراضي يقدمون الأرض ونظام الري وحقوق المياه والنقود والتسهيلات التسويقية للمزارعين. أما المزارعون فكان عليهم أن يقدّموا العمل والأسمدة العضوية التقليدية وأعمال التعبئة والقطف والتخزين بحيث يقسّم دخل المزرعة مناصفة بين الفريقين. وخلال فصل الشتاء كانت متطلبات العمالة ترتفع بشكل كبير مما يضع حدًا للمساحة التي تستطيع العائلة أن تستغلها ولم يكن يتم أي عمل زراعي خلال أشهر الصيف الحارة.

أما مصدر مياه الري فكان عدة ينابيع جارية من المرتفعات القريبة، وكانت المياه تُنقل بواسطة قنوات أرضية ثم تُدخل إلى المزارع من خلال قنوات إسمنتية وتوزع على الحقول بشكل انسيابي.

وكانت معدلات فعالية الري لا تتجاوز ٣٠% وقد تم تخصيص المياه على أساس زمني من ٥– ٨ دورات لواحد أو لأربعة مزارعين في نفس الوقت ولم تكن هناك يوجد منشآت لتخزين المياه لأن الزراعة التقليدية نادراً ما تتطلب مثل ذلك.

## الانتقال من الزراعة التقليدية إلى الحديثة

الزراعة الحديثة تتطلب رؤوس أموال استثمارية ومدخلات باهظة الثمن لذا احتاج الأمر في البداية إلى مصدر لرأس المال. وقد توفر هذا الأمر لمزارعي الجفتلك بواسطة قرض من بعثة كنيسة المانونايت. ثم بدأت رؤوس الأموال تأتي من عائدات المزارع وفي بعض الحالات كانت البنوك والحكومات تقدم قروضاً أساسية. وإثر ذلك تم التحول من الزراعة التقليدية إلى الزراعة الحديثة ضمن صفقة تتألف من ٥ مدخلات

١ـ أنشئت برك زراعية صغيرة تستوعب من ١٠٠٠ م٣- ٥٠٠٠ م٣ لتعزيز مصدر المياه.

٢ـ استبدلت طرق الري الانسيابي بالري بالتنقيط وتم إدخال معدات مؤقتة مثل الأنابيب البلاستيكية والصمامات والوصلات..

٣ـ استبدلت المحاصيل التقليدية بالبذور والأشتال المحسنة باستخدام المهجّنات.

٤ـ استخدمت الأغطية البلاستيكية (الملش) إضافة إلى إنشاء قنوات منخفضة خلال الموسم البارد كما استخدمت أساليب التعقيم الشمسي.

٥ـ أدخلت الأسمدة الكيماوية وخاصة مركب NPK ٢٠: ٢٠: ٢٠ لتسهيل التسميد واستخدمت المبيدات الفطرية والحشرية ومبيدات الأعشاب.

أما المزارعون الذي بدأوا بتطبيق هذه الأساليب فكانوا أساساً من ذوي الدخل القليل وبينهم عدد كبير من الأميين، وكانوا يعتمدون في معيشتهم على أصحاب الأراضي. ولم تتغير العلاقات بين أصحاب الأراضي والمزارعين خلال فترة تبني هذه الأساليب وبقيت طريقة معيشة السكان على حالها إلا أن الجيل الصاعد بدأ بحصد الفوائد التي أدخلتها هذه التحسينات مثل تحسن التعليم والتدريب والصحة العامة.

كما أدّى تبني هذه الممارسات الحديثة إلى تغير ملحوظ في الأنماط الزراعية فقد هُجرت المحاصيل غير المروية لصالح الزراعة المكثفة وتقلصت أنواع الخضراوات المزروعة من ٢٣ صنف إلى ٦ أصناف وازدادت استخدامات الأراضي بنسبة ٦٠% وأصبح من الممكن زراعة محصولين في السنة مثل زراعة الخيار التشريني وزراعة البندورة أو البطيخ أو الشمام في العروة الربيعية. وقد ارتفع استخدام المدخلات الزراعية بشكل كبير بين الأعوام ١٩٧٠ و ١٩٨٦ وتضاعف عدد الجرارات ثماني مرات كما تضاعف استعمال البلاستيك والأسمدة والبذور سبعة مرات وتحولت طرق الري الانسيابي (٩٠% عام ١٩٧٠) إلى الري بالتنقيط (٩٠% عام ١٩٨٠ على مساحة اكبر) كما ارتفعت الإنتاجية خمسة أضعاف بين الأعوام ١٩٦٥ و ١٩٨٢. وعلى نفس المقدار من الأهمية كان تحسن نوعية المحاصيل فقد كان الإنتاج مقبولاً لعدة أسواق مختلفة في دول النفط العربية وأوروبا وارتفع دخل الفرد من ١١٦ دولار سنوياً عام ١٩٦٦ إلى ٦٦٠ دولار عام ١٩٧٤ إلى ١٠٠٠ دولار عام ١٩٨٠. ولكن الدخل ما لبث أن تدهور بعد عام ١٩٨٠ بسبب تدهور ظروف الأسواق والحروب الإقليمية وبسبب القيود التي وضعتها الأردن على التصدير.

وتبين لنا هذه التجربة المدروسة كيف أن استخدام الطرق المناسبة والاستثمار المناسب يمكنهما أن يحسّنا من طرق الري التقليدية وغير الفعالة في منطقة الشرق الأوسط كما يمكنهما أن يحسنا استخدام مصادر المياه المتوفرة وتحسين دخل المزارعين.

وفي نفس الوقت انخفضت متطلبات العمالة ورغم أن ارتفاع الإنتاج تطلب عمالة أكثر من حيث الحصاد والتعبئة والتصنيف إلا أن عملية الري نفسها أصبحت تتطلب عمالة أقل من السابق.

**(أخذت عن رايمون وأور ١٩٩١)**

## الصناعة

يستخدم القطاع الصناعي والتجاري كميات قليلة نسبياً من المياه في المنطقة قيد الدرس، وتتراوح نسبها المئوية من ٣% في الضفة الغربية إلى ٦% في إسرائيل (جدول ٢:٣) ولكن هذه الأرقام لا تأخذ في الحسبان العديد من المصانع الصغيرة والمؤسسات التجارية المختلفة التي يتم رفدها بالماء بواسطة أنظمة توزيع البلديات. وبالنسبة لهؤلاء المستخدمين الصغار، فإن إجراءات الترشيد التي يتبناها القطاع المنزلي خاصة من خلال زيادة الوعي الشعبي وتبني تقنيات توفير حديثة، يمكن أن تؤدي إلى توفيرات ملموسة في مجموع استخدامات المياه.

وتعتمد معظم المؤسسات الصناعية الكبرى على نفسها في توفير المياه والعديد منها، وخاصة في الأردن، غير مسيطر عليه بهذا الشأن (سلامة وبنايان ١٩٩٣) ففي الأردن تقوم صناعات الورق والحديد بإعادة تدوير مياه التبريد التي تستخدمها محققة بذلك توفيرات مائية ملحوظة، كما استطاعت هذه الصناعات تخفيض المتطلبات اليومية للمطاحن الفولاذية من ٤٥٠م٣ إلى ٢٠م٣وفي صناعة الخزائن من ٤٠٠٠ م٣ إلى ٨٠٠ م٣ (سلطة المياه الأردنية، حوارات مكتوبة ١٩٩٤) وفي إسرائيل دلّت التجارب على أن عمليات تدوير المياه وظهور الصناعات الناشئة التي تستخدم القليل من المياه كالإلكترونيات قد خفّض استهلاك المياه مقابل الوحدة الإنتاجية كما تبين أنه من الممكن تحقيق تخفيضات اخرى في الاستخدام الصناعي للمياه العذبة من خلال الاعتماد على أنظمة تدوير المياه وتطوير تقنيات جديدة لتوفير المياه واستخدام المياه واستخدام مياه ذات نوعية أدنى ومراقبة استخدامها.

يظهر الجدول ٣:٥ ملخصاً لتقييم ترشيد مياه الصناعة وسياسات التسعير بناءً على المعايير الخمسة التي وضعتها اللجنة. ولا يوجد لترشيد استخدام المياه في الصناعة أثر على كميات المياه المتوفرة لأن خطط الترشيد تشمل تدوير المياه الخاصة بالمؤسسات الصناعية نفسها. أما الأثر البيئي لترشيد الصناعة فيمكن أن يصبح إيجابياً عندما يتم التخلص من المياه العادمة أو تخفيض كمياتها أو إزالتها من خلال التدوير

المتكرر. وتختلف الاحتمالات الاقتصادية لترشيد مياه الصناعة من صناعةٍ إلى أخرى ومن وضع إلى وضع فحيث توجد قوانين وشروط صارمة موضوعة لمعالجة المياه العادمة تحت كل الظروف، يمكن للتكاليف الإضافية لتدوير المياه او لجعلها صالحة للاستخدام خارج نطاق مياه الشرب، أن تصبح مغرية بعض الشيء. وأخيراً ينضوي تدوير المياه في الصناعة على تأثيرات إيجابية بالنسبة للأجيال المقبلة لأنه يقتصد في استخدام المياه ويحد من تدهور نوعيتها.

## الأسعار وسياسات التسعير

يتم تسعير المياه بالعادة لخدمة أهداف مختلفة ومتضاربة أحياناً. فبداية يجب على متعهد تزويد المياه أن يغطي مصاريف تشغيل وصيانة نظام توزيع المياه ومتابعة الديون المترتبة على خدماته. وثانياً يمكن وضع التسعيرة لضمان فعالية استخدام وتخصيص المياه للتخفيف من مجموع تكاليف تلبية حاجة المستخدمين من الماء وحثهم على التوفير في استخدام مثل هذا المصدر الشحيح. وثالثاً يتوجب على واضعي تسعيرة المياه أن يأخذوا بعين الاعتبار الإنصاف والمساواة في وضع الرسوم وأن تكون نظرة الناس إلى التسعيرة نظرة منصفة ومقبولة. ويبدو التضارب واضحاً في هذه الأهداف الثلاثة، لذلك يجب الوصول إلى حلول وسط. ويعتمد الهدف الأهم هنا على الظروف لذا فقد يضطر واضعو التسعيرة إلى التركيز على الهدف الأهم على حساب الأهداف الأخرى (رولاند ١٩٩٣).

وفي معظم بقاع الأرض تركز الاستراتيجيات المعنية بتطوير وإدارة مصادر المياه على مسألة تزويد المياه وتطوير عملياتها وغالباً ما ينتج عن هذ الأمر وضع سياسات تسعير تهدف إلى جمع العائدات الكافية لتغطية مصاريف هذه العمليات. فقد تم وضع تسعيرة مياه في إسرائيل مراراً لتوفير المياه للمستهلكين على الفور. كما تم تصميم بعض هذه السياسات لإيصال الماء إلى المستوطنات في المناطق النائية. وقد أفضت هذه السياسة إلى إعطاء صورة عن السعر الحقيقي للمياه أقل مما هو عليه في الواقع مما أعطى مؤشراً للمستهلكين أن الماء متوفر اكثر مما هو حقيقة وتطلب الأمر زيادة دعم أسعار المياه لتغطية تكاليف تزويدها.

## جدول ٥،٤

## متطلبات الري للمحاصيل الرئيسة في مختلف مناطق إسرائيل

| المحصول | المنطقة قيد الدرس | متطلبات الري / سنة | النتائج المتوقعة كغم/ هكتار |
|---|---|---|---|
| قمح | النقب الشمالي | ٤٠٠-٤٥٠ | ٥٤٠٠ |
| | سهل بيسان | ٥٠٠-٥٥٠ | ٥٠٠٠ |
| ذرة علفية | السهل الساحلي | ٢٥٠- ٢٨٠ | ٩٩٠٠ |
| | النقب الشمالي | ٣٨٠-٤٢٠ | ٧٨٠٠ |
| ذرة | السهل الساحلي | ٣٣٠- ٣٥٠ | ٨٥٠٠ |
| | النقب الشمالي | ٤٥٠- ٤٨٠ | ٦٨٠٠ |
| قطن | السهل الساحلي | ٣٣٠- ٣٦٠ | ١٧٦٠ |
| | النقب الشمالي | ٥١٠- ٥٤٠ | ١٦٥٠ |
| | سهل بيسان | ٧٨٠- ٨١٠ | ١٧٠٠ |
| فستق | السهل الساحلي | ٥٣٠- ٥٦٠ | ٥١٠٠ |
| | النقب الشمالي | ٥٣٠- ٥٦٠ | ٤٦٠٠ |
| بندورة | السهل الساحلي | ٢٢٠- ٢٤٠ | ٥٥,٠٠٠ |
| | النقب الشمالي | ٤١٠- ٤٣٠ | ٦٤,٧٠٠ |

المصدر: شلهفيت وغيره ١٩٨١

كذلك تركز سياسات التسعير في معظم أجزاء المنطقة قيد الدرس على القدرة على تزويد الماء من خلال وضع تسعيرات متدنية بالقدر الذي يُبقي فواتير المياه متدنية نسبياً. ونادراً ما كانت السياسة المائية في المنطقة تصمم كجزء من برامج إدارة الطلب كما أن التسعيرة الموضوعة نادراً ما كانت تعكس القيمة الحقيقية للمياه.

إن من الحكمة أن نقوم هنا بفحص سياسات التسعير التي تقوم على تحمل نفقات تزويد الماء لتوضيح كيف يمكن لهذه السياسات أن تشوه نماذج التخصصات ومستويات الاستخدام في المناطق التي تعاني من ندرة المياه. فإقامة خزانات وسدود للمياه إضافة إلى بناء شبكات لتوزيعها ونقلها هي عمليات استثمارية تتطلب

رأسمالاً كبيراً وهذا يعني أن المصاريف الثابتة ستكون باهظة الثمن مقارنة مع المصاريف المتغيرة ومصاريف التشغيل. ولكي يتم تغطية القسم الأكبر نسبياً من المصاريف الثابتة يوضع عادة هيكل تسعيري يتضمن قوانين تخفض من سعر الماء كلما ازداد استهلاكه ومثل هذا الأمر يؤدي في النهاية إلى تشجيع زيادة الاستخدام وإعاقة عملية ترشيد الاستهلاك.

فالسياسات التسعيرية التي تركز على الفعالية الاقتصادية وعلى تشجيع التوفير في استهلاك المياه قد تكون من السياسات المناسبة للمنطقة قيد الدرس إذا ما استمرت حالة شحٌ المياه فيها. ومثل هذه السياسات ستكون جذابة خاصةً عندما تغطي تكلفة المياه وتتلائم انعكاساتها مع مفاهيم الإنصاف والمساواة في المجتمعات. وبشكل عام تتضمن وصفة تسعير المياه في المناطق الشحيحة المياه، وضع تسعيرة مساوية لكلفة الحد الأدنى لتزويد آخر وحدة من الماء (هيرشلايفر وغيره ١٩٦٠- راسل وشن ١٩٩٦) وكلما ارتفعت كلفة الحد الأدنى عن معدل الكلفة (وهذا هو الوضع الدائم في حالات شح المياه) كلما ضمَّنا دخلاً يغطي التكاليف. وتعطي تسعيرة الحد الأدنى للكلفة مؤشرات صحيحة للمستهلكين حول السعر الحقيقي للماء، وحين نضمن وجود مستوى ثابت من العوائد للمستهلك فإننا نضمن تخفيض تكاليف التزويد إلى الحد الأدنى أيضاً.

والتسعير المبني على زمن الاستخدام يعتبر خليطاً من التسعير على أساس الحد الأدنى للكلفة والتسعير على أساس المعدل. وتنادي هذه الطريق برفع الأسعار عند ذروة الاستخدام للمياه لكي تشجع تقنينها خلال تلك الفترة، ولكنها تقوم بتخفيض الأسعار في الأوقات التي ينخفض فيها الاستهلاك. إن مثل هذا الهيكل التسعيري يساهم في تخفيض استخدام المياه خلال فترة الذروة. أما في المناطق التي يسود فيها مناخ البحر الأبيض المتوسط فتتسبب سياسة التسعير المبنية على زمن الاستخدام في ارتفاع الأسعار خلال فصول الصيف الجافة أي في ذروة الاستخدام وانخفاضها خلال فصول الشتاء عندما ينخفض الاستهلاك وتصبح المياه متوفرة بشكل أكبر (سكستون وغيره ١٩٨٩).

وغالباً ما توضع رسوم إضافية لتخفيض الاستهلاك الزائد أو عندما يتجاوز مستوى استخدام المياه حداً معيناً وتتناسب هذه الطريقة مع الأوضاع التي يمكن فيها تقنين استخدام المياه بفعالية من خلال تخفيض الاستخدام الزائد وهي سياسة غالباً ما تتجه إلى إدخال اعتبارات الإنصاف والمساواة في توزيع المياه.

والسياسات التسعيرية التي تشجع ترشيد الاستهلاك بما فيها سياسة التسعير المبنية على الحد الأدنى للكلفة وسياسة التسعير المبنية على زمن الاستخدام وسياسة وضع رسوم إضافية، تعمل بأفضل شكل عندما تكون المياه المتوفرة غير كافية أو بالكاد تكفي لسد احتياجات الشرب وغيرها من الاستخدامات المنزلية والصحية. إن أية زيادة في أسعار المياه لن تكون ذات فعالية في ترشيد الاستهلاك بل على العكس من ذلك إذ أنه عندما تستخدم المياه وفقاً للتقديرات المناسبة مثل ري الحدائق البلدية أو ري المحاصيل الزراعية المتدنية السعر او للصناعة، يصبح وضع تسعيرة مثل تسعيرة الحد الأدنى للكلفة مفضلاً لأنه يعطي نتائج ملموسة في ترشيد الاستهلاك. كذلك وعلى الرغم من أن سياسة التسعير المبنية على زمن الاستخدام قد لا تقود إلى ترشيد المياه بشكل إجمالي إلا أنها تبقى فعالة في نقل الاستخدام من فترة الذروة إلى فترات عادية وبذا تتجنب المزيد من التكاليف لبناء شبكات توزيع إضافية من اجل زيادة خدمة تزويد المياه في وقت الذروة.

وفي حين تضمن سياسات التسعير تخصيصات فعالة للمياه ضمن منطقة الخدمة أو ضمن قطاع معين مستخدم للمياه إلا أنها لوحدها قد لا تكون كافية لضمان تخصيصات فعالة للمياه في مختلف القطاعات المستخدمة، فأسواق المياه التي تشمل عدة قطاعات والتي تتبّع سياسة تسعير قائمة على الحد الأدنى للكلفة يمكنها تخصيص المياه لمختلف القطاعات وبطريقة فعالة.

وتملك أسواق المياه إيجابية السماح بنقل المياه على أسس طوعية جازمة بمعنى أنه لا تتوفر لدى البائعين دوافع لبيع المياه إلا عندما تكون العائدات التي تحققها من استخدام معين توازي أو تزيد عن العائدات التي تتأتى من بيع المياه لصالح استخدام آخر. أما المشترين فلا تتوفر لديهم الحوافز لدخول أسواق المياه إلا عندما يمثل الشراء

الفرصة الأقل لشراء مياه إضافية. ويجري التبادل في أسواق المياه عندما يكون السعر الأدنى المقبول لدى الشاري والسعر الأقصى المقدم من البائع كافياً لتغطية أي تكاليف نقل أو معالجة يحتاجها مثل هذا التبادل.

وتواجه الصفقات الحرة التي تعقد في الأسواق للنقل أو لتخصيص المياه، نقداً متكرراً بسبب فشلها في الأخذ بالحسبان المصالح الشرعية للأطراف الأخرى التي ليس لها علاقة مباشرة بهذه الصفقات أو التي يتوجب عليها دفع ثمن النقل بأية حال (ن. ر. سي ١٩٩٢). وقد دلّت الدراسات التي أُجريت على تأثير هذه الصفقات على الطرف الثالث خلال فترة الجفاف في كاليفورنيا أنه وعلى المدى القصير على الأقل تكون تأثيرات هذه الصفقات معتدلة نسبياً. أما في المناطق التي تشتد فيها وطأة تأثيرات مثل هذه الصفقات فيمكن وضع قيود عليها بحيث يبلغ مجموع التعامل بنقلها ما يقارب ١٥% فقط من مجموع المياه المتوفرة (كارتر وآل ١٩٩٤). كما دلّت دراسات أخرى على تحديد سلسلة واسعة من البدائل لإدارة وتخفيف أثر هذه الصفقات على الطرف الثالث.

وحتى في حالة عدم وجود أسواق للمياه أو عدم تطوير مثل هذه الأسواق فإن إجراء دراسات مشابهة لدراسات أسواق المياه يمكن أن تعود بفائدة كبيرة على مسألة تحديد قيمة المياه في الاستخدامات والمناطق البديلة وتحديد كميات التزويد الإضافي للمياه وتسهيلات النقل التي يمكن تبريرها اقتصادياً. وتجري حالياً واحدة من هذه الدراسات تحت إشراف مؤسسة السياسات الاقتصادية والاجتماعية للشرق الأوسط في جامعة هارفارد. وتقدم هذه الدراسة عدداً من النتائج القيمة (فيشر وغيره) ومن بينها:

١- إن قيمة المياه المتنازع عليها في الشرق الأوسط هي قيمة متواضعة لا تزيد عن ١٢٥ مليون دولار سنوياً.

٢- يجب أن يتم إيجاد تسهيلات لنقل المياه لخدمة المطالب المتزايدة في عمان والمرتفعات الشمالية في الأردن عام ٢٠١٠ لتجنب حدوث أية أزمة في المياه.

٣- يجب إيجاد تسهيلات لنقل المياه لوصل أنحاء شمال الضفة الغربية وإنشاء نظام نقل على مستوى كبير لنقل المياه إلى الأجزاء المترابطة في الضفة الغربية.

٤- يجب أن يتم نقل المياه لقطاع غزة من خلال تمديد قناة اتصال مع الناقل القطري الإسرائيلي.

٥- لن يكون لمشاريع التحلية على ساحل المتوسط أية جدوى اقتصادية قبل حلول عام ٢٠٢٠ على الأقل.

حين توضع إجراءات تسعير المياه قيد التطبيق لضمان استخدام المياه بفعالية، يجب مراعاة أن تكون السياسة الداعمة لهذه الإجراءات مقبولة بقياس المعايير الخمسة التي وضعتها اللجنة للتقييم (جدول ٥:٣). فعلى الرغم من أن سياسات التسعير لا تزيد من وفرة المياه إلا أنها تعتبر مجدية تقنياً فهي في نفس الوقت الذي تعمل فيه على توفير في صافي كمية الماء، تحافظ على مصادر المياه للأجيال المقبلة. وتختلف الجدوى الاقتصادية لسياسات التسعير من وضع إلى وضع بناءً على مرونة السعر والدخل الذي قد يختلف من منطقة لأخرى. كما يجب تقييم التأثيرات البيئية لمثل هذه السياسات بناءً على كل حالة لأن السياسات التي تنتهي إلى ترشيد كمية من المياه كان يمكن استخدامها في مكان أكثر مناسبة لها (مثل تزويد الأنهار والأراضي الرطبة للمياه) قد تعطي نتائج ضارةً على البيئة والطبيعة.

## زيادة الكميات المتوفرة

قد لا تكون إدارة الطلب على المياه وحدها كافية لتحقيق تخصيصات فعالة ومتساوية لمصادر المياه في المنطقة قيد الدرس. ولكن هذا لا يعني أن الجهود التي تبذل لتخفيف الطلب على المياه هي جهود لا جدوى منها، فالمصادر الجديدة قد تكون باهظة التكاليف أو في بعض الأحيان تعطي مياهاً ذات نوعية متدنية، كما أن إدارة الطلب وزيادة الكميات المتوفرة هما أمران مترافقان وكلاهما ضروري لمواجهة المتطلبات المائية البشرية والبيئية في المستقبل.

ومن الممكن الحصول على مصادر محلية جديدة للمياه من خلال استخدام ما بقي غير مستخدماً من المياه العذبة القليلة (إدارة مساقط المياه، الحصاد المائي، وتطوير مصادر المياه غير المتجددة) أو من خلال إعادة استخدام المياه وتدويرها (تنقية المياه

العادمة) أو تطوير مصادر المياه ذات النوعية المتدنية (مياه المسوس ومياه التحلية) أو جلب المياه من خارج المنطقة قيد الدرس إلى داخلها (استيراد المياه ونقلها لم يعالج في هذا التقرير) أو بمحاولة زيادة مصادر المياه المتجددة (استمطار الغيوم).

وقد تمت مراجعة هذه الخيارات في الأجزاء التالية من الفصل الخامس إضافة إلى نتائج التقييمات الأولية للّجنة لكل خيار من هذه الخيارات بناءً على المعايير الخمسة (انظر الفصل ٣) ولكننا قبل أن نبدأ بهذه النقاشات سوف نناقش مسألة أهمية الحفاظ على نوعية المياه من اجل إلقاء الضوء على تعليقات اللجنة الخاصة بهذا الموضوع.

## الحفاظ على نوعية المياه

يجب مناقشة مسألة نوعية المياه بشكل أساسي لأن توفر كميات مناسبة من المياه في المنطقة قيد الدرس هو امر منوط بلا هوادة بهذه المسألة. فقد تدهورت نوعية المياه في المنطقة قيد الدرس منذ بعض الوقت وما زالت مستمرة في التدهور مما يجعل مشكلة توفرها اكثر شدة واكثر تكلفة. ويلزم هنا أن نقوم بعكس هذا الاتجاه طالما بقي هناك أمل بحل المشاكل المتعلقة بالمياه في المنطقة،وأي استراتيجية ستوضع لمثل هذا الحل يجب ن تشتمل على عناصر حفظ نوعية المياه المتوفرة وتحسينها.

وقد تسببت نشاطات القطاعات المدنية والزراعية والصناعية في تدهور نوعية المياه الجوفية والسطحية في المنطقة وسنورد هنا بعض هذه النشاطات التي تؤثر على نوعية المياه:

١- تدفق المياه غير المعالجة جيداً من محطات التنقية.

٢- تدفق الفضلات الزراعية والمنزلية غير المعالجة.

٣- تدفق النفايات الصناعية غير المعالجة أو المعالجة بشكل غير كاف.

٤- ضخ واستخدام والتخلص من المياه الجوفية المتدنية النوعية والتخلص منها.

٥- تسرب النفايات الصلبة من المكبات.

٦- تصريف المياه المنزلية والجارية في المدن.

٧- تدفق المياه العادمة التي لا تمر بمحطات التنقية.

٨- بقايا الأسمدة والمبيدات.

٩- مياه الصرف المالحة الناتجة عن الري.

١٠- تجفيف الأراضي الرطبة.

من المتفق عليه في المعرفة البيئية والهندسية أن الوقاية خير من العلاج لذلك يتوجب بناء محطات التنقية لمعالجة المياه المنزلية والصناعية العادمة وحل مشكلات التلوث الحالية والإبقاء على النمو السكاني والاقتصادي المتوقع. كذلك يتوجب اتخاذ تدابير أخرى لوضع قوانين للمبيدات الحشرية والأسمدة واختيار مواقع مناسبة لمكبات النفايات والمواد الصلبة وهي تدابير قياسية من شأنها حماية نوعية المياه، ويفترض تبنيها بحزم في المنطقة قيد الدرس، كما يفترض تبني سياسة إدارية لمساقط المياه. أيضاً يتوجب إلقاء نظرة عن قرب لتداعيات استخدام المياه العادمة المعالجة بسبب انتشار استخدامها حالياً في المنطقة، فالمياه المعالجة تحتوي على عدد كبير من المواد الضارة أو المواد غير المرغوب فيها. وتختلف درجات النجاح في التخلص من هذه المكونات اعتماداً على نوعية المعالجة والهدف الذي تستخدم لأجله هذه المياه فالاستخدامات المنزلية للمياه تطلق مواداً عضوية قابلة للتحلل، وتقاس هذه المواد بمعايير مثل **BOD** أي المتطلب الأكسجيني البيوكيميائي و **COD** أي المتطلب الأكسجيني الكيميائي و **TOC** أي المجموع الكربوني العضوي. وتستطيع محطات التنقية بحسب فعاليتها أن تخفض محتويات المواد العضوية إلى القدر الذي تشاء، ويعتمد هذا الأمر على الهدف من استخدام المياه. كذلك تحتوي المياه المعالجة على مقادير ضئيلة من المواد السامة والمواد العضوية غير المتحللة كالمبيدات وكلورينات الهيدروكربون التي تصعب إزالتها.

أما الكائنات الجرثومية كالبكتيريا والفيروس والكائنات الطفيلية كالبرزويات والديدان المعوية فهي موجودة في المياه العادمة وتساهم المعالجة في تخفيض تركيزها تخفيضاً كبيراً. وتوجد المواد الصلبة المعلقة بما فيها الموادالمتبخرة والثابتة، في المياه المعالجة

وإذا لم يتم إزالتها بشكل فعَّال فإنها قد تمنع تطهير المياه من الجراثيم. وتطهير المياه بواسطة الكلورين يؤدي إلى تحويل المواد العضوية الموجودة في المياه العادمة إلى مركّبات عضوية كلورينية كالكلوروفورم. وقد ثبت ترافق تأثير هذه المواد مع ظهور سرطانات الكبد والكلى والمثانة. وقد يزيد تأثير هذه المركبات لو تمكنت من الوصول إلى مصادر مياه الشرب التي تتعرض أيضاً للمعالجة بواسطة الكلورين قبل استخدامها.

والاستخدامات المنزلية للماء تزيد من وجود الأملاح المذابة وغير العضوية، أهم هذه الأملاح هو الصوديوم $Na^+$ والكالسيوم $Ca^+$ والكلورين $Cl^-$ والكبريت $So_4$ = وتساهم هذه الأملاح في زيادة الملوحة وترفع نسبة امتصاص الصوديوم في الماء. وعلى عكس المركبات العضوية، فإن هذه الأملاح لا يتم إزلتها خلال المعالجة التقليدية للمياه العادمة، كما أن استخدام مياه الري الغنية بهذه الأملاح يؤدي إلى زيادة ملوحة التربة وملوحة الأحواض الصخرية كما يؤدي إلى تدني نوعية المياه للاستخدام مستقبلاً. كما تحتوي المياه العادمة القادمة من البلديات على كميات متزايدة من النيتروجين (N) والفسفور (P) والتي لا يمكن إزالتها إلا بالمعالجة من الدرجة الثالثة. ورغم أن هذه العناصر ترفع من قيمة مياه الري إلا أنها تتسبب في زيادة التلوث والطحالب في الماء، كما أن هذه الأسمدة لا تستخدم بكثرة من قبل النباتات لأن هذه الأخيرة تروى بالعادة في نهاية الموسم، حيث تقل حاجة النبات إلى مثل هذه الأسمدة، لذلك تمتلئ التربة بمثل هذه المغذيات التي يتم غسلها لاحقاً بمياه المطر وإدخالها إلى المياه الجوفية. من هنا نرى أن نوعية المياه وكميتها هما أمران مترابطان تماماً فتدني نوعية المياه تقلل من المصادر المتوفرة لأي استخدام لها تماماً كما يفعل الجفاف. كذلك فإن منع تدهور المياه الجوفية من البداية هو أمر أقل كلفة من معالجتها حين يحصل التدهور، والحفاظ على نوعية المياه يزيد فعلاً من الكميات المتوفرة منها. وفي كثير من الأحيان تكون تدابير حفظ نوعية المياه مجدية تقنياً وتختلف الجدوى الاقتصادية باختلاف الظرف واختلاف التقنية والإدارة المسؤولة عنها. وتتم المحافظة على نوعية البيئة دائماً من خلال تحسين جهود المحافظة على نوعية المياه وأخيراً فإن أي نشاط يجري للمحافظة على نوعية المياه يعود بالنفع الأكيد على الأجيال القادمة.

## إدارة مساقط المياه

توصف إدارة مساقط المياه بعلم إدارة الأرض والنبات ومصادر المياه لأي حوض من أجل السيطرة على نوعية وكمية وتوقيت تزويد المياه من أجل منفعة الإنسان والطبيعة. وأي تغيير في الدورة المائية ينطوي على تحويل مجاري المياه، يترك تأثيرات غير مرغوب فيها على البيئة. ويمكن توضيح هذه التأثيرات بشكل أفضل إذا نظرنا إلى عواقب المشاريع الكبيرة لمصادر المياه المحلية، فإدارة بحيرة طبريا وتحويلها لخزان كبير للمياه وتحويل مياه نهر اليرموك كلها أدّت إلى قطع المياه العذبة تماماً عن مجرى نهر الأردن السفلي ونتج عن هذا الأمر أن أصبح النهر مالحاً وفقد الكثير من أسماكه ونباتاته، كما أدّى تطوير المياه الجوفية في حوض الأزرق شرق الأردن إلى قطع تدفق نبعين عذبين رئيسيين يغذيان واحة الأزرق (سلامة وبنايان ١٩٩٣) وإلى فقدان النباتات والحيوانات التي كانت تعيش فيه. أما تجفيف بحيرة الحولة والمستنقعات بشمال إسرائيل فقد انتهى إلى تأكسد التربة وهبوط الأرض وفقدان الحيوانات والنباتات والطيور المحلية فيها.

ومع تزايد الوعي البيئي، أصبح إدخال الاعتبارات البيئية والاجتماعيةأمراً أساسياً ومألوفاً في الخطط الموضوعة لتطوير مصادر المياه وفي جميع خطط زيادة الكميات. وتعتقد اللجنة أن زيادة حجم التوجهات البيئية ضروري لأي تطوير حقيقي لمساقط المياه.

## السدود

تنطوي خطط تطوير تجمعات المياه في المنطقة على جهود صغيرة الأبعاد تهدف إلى حجز جريان مياه الأمطار في سدود وبرك وخزانات، وغالباً ما يأتي جريان مياه المطر في المنطقة قيد الدرس متقطعاً ومختلفاً في المواقع والأوقات، ففي السنين الماطرة تقل كميات المياه الجارية إلى مئات الملايين من الأمتار المكعبة سنوياً ولكنها تهبط لدرجة كبيرة في سنين الجفاف. وتنحدر معظم الوديان الجانبية في وادي الأردن جنوباً

نحو البحر الميت والكثير من هذه الوديان لم يتم حجز مياهها بعد والبعض منها وخاصة في الجنوب يحتوي على مياه جوفية مالحة وخاصة في أسفل مجاريها، أما في المجاري الوسطى والعليا فمعظم هذه الوديان تبقى جافة إلا حين هطول الأمطار أو بعد هطولها مباشرة.

وحيثما أمكن يجب أن لا تبنى القرارات المتعلقة بإدارة مصادر المياه على أسس قصيرة الأمد وعلى أبعاد صغيرة تتناول كل موقع بحد ذاته بل يجب أن تبنى على أسس مستدامة وطويلة الأمد وشاملة لكل المصادر المائية في المنطقة.

ومعظم السدود الكبيرة المقامة على هذه الوديان مثل سد الملك طلال على وادي نهر الزرقاء، لا يمكن ملؤها من مجاري المياه الخاصة بها (سلامة وبنايان ١٩٩٣) ولكن يمكن إدارتها بفعالية إذا ما تم إيصال المياه إلى تجمعاتها وهي بذلك تقتصر على الأجزاء الشمالية والأكثر تطوراً في المنطقة.

أما نوعية المياه التي تتجمع في هذه السدود من مصادر مختلفة فيجب إعادة تقييمها خلال التخطيط بسبب إمكانية تأثيرها على نوعية المياه المخزّنة. فسد الملك طلال يحتوي على مياه الأمطار التي يأتي بعضها من منطقة عمان وعلى مياه الينابيع التي يتصف بعضها بالملوحة وعلى مياه معالجة وغير معالجة. وكان الأساس في إنشاء هذا السد أن يمد منطقة عمان بمياه الشفة ولكن بسبب تدني نوعية مياهه عُدّلت استخداماته لري وادي الأردن. كذلك تسبب سد باروغ المقام في سهل يزرائيل وبعض البرك المقامة حوله والتي أصبحت مجمعاً لمياه مالحة ومياه معالجة إضافة إلى مياه الأمطار، في خلق مشكلة كبيرة بالنسبة للملوحة والتصريف (بنيامين وغيره ١٩٩١) وهناك خياراً مطروحاً لزيادة المياه المعتمدة من نهر اليرموك وبناء سد الوحدة عليها ولكن اللجنة لم تناقش هذا الخيار في تقريرها لأنه ينطوي على أبعاد تتعدى مجال البحث.

## المنشآت الصغيرة لحجز المياه

على عكس السدود الكبيرة فإن منشآت حجز المياه المقامة على الوديان يمكن أن تكون فعالة في حجز مياه الأمطار، ففي إسرائيل تقدر كمية مياه الأمطار التي

يمكن حجزها بما يقارب ١٦٠م م$^{3}$/ سنوياً (سوفر ١٩٩٢) ويحتجر من هـذه الكمية في الوقت الحالي ٢٥% فقط في ١٢٠ خزاناً مقاماً على طول البلاد بسعة تخزينية تصل إلى ١٠٠ م م$^{3}$ وهذه السعة كافية لتخزين معظم المياه الآتية من المساقط. وبالنسبة لسلطة المياه الفلسطينية فإن كمية الأمطار في الضفة الغربية تبلغ ٧٠ م م$^{3}$ سنوياً وفي قطاع غزة ٢ م م$^{3}$ فقط على الرغم من أن مياه الأمطار التي تأتيها من إسرائيل ترفع الرقم إلى ١٥ م م$^{3}$ ولا يتم حجز أي من هذه المياه حالياً ولكن هناك عدة دراسات جدوى اقتصادية تجري حول الموضوع.

وتقدر كمية المياه التي يمكن حجزها في الوديان الأربعة الرئيسة المتجهة شرقاً في الضفة الغربية من ١٣- ١٥ م م$^{3}$ وهذه الوديان هي الفارعة والبادان والمالحة ووادي القلط وقد بدأت الدراسات لإعادة تعبئة وشحن الأحواض المائية الصخرية الواقعة في ساحل غزة من مياه الأمطار.

ويتوفر ٤٠ م م$^{3}$ من مياه الأمطار في الوديان التي ترفد صدع البحر الميت (سلطة المياه الأردنية). وتقوم الآن مشاريع ريادية على أربعة من هذه الوديان (كفاية ١٩٩١) من أجل إقامة منشآت لحجز مياه الأمطار. إلا أن الفائدة التي تقدمها هذه المياه المتجمعة خلف الحواجز في كثير من الوديان تعتبر محدودة بسبب بعدها عن المناطق المدنية والزراعية وبسبب قدرتها على الاحتفاظ بالمياه لفترة مؤقتة فقط. فإذا لم يتم حجز هذه المياه لفترة قصيرة بعد سقوط الأمطار فإنها تُفقد بسبب التبخر أو النتح أو التسرب ولن تعود لتتوفر خلال فصل الصيف الجاف. لذا يوجد احتمال لاستخدام هذه المياه في تعبئة الأحواض الصخرية غير المحدودة في المناطق الجافة (مهندسو الجيش الأمريكي ١٩٧٦) وقد استخدمت عدة حواجز للمياه في إسرائيل لإعادة تعبئة المياه الجوفية (لا توجد مثل هذه الحواجز في الوديان الشرقية). ومن بين مشاريع التخزين القائمة حالياً مشروع خزان شيكما في الجنوب ومناشية في الشمال وهي مشاريع تستفيد من تسرب مياه الأمطار إلى الأحواض الضحلة غير المحدودة. كما يمكن استخدام مياه الأمطار لري أشجار فردية في الحقول الصغيرة في الأجزاء الجنوبية الجافة من المنطقة قيد الدرس.

وعلى الرغم من أن التسريب المباشر للمياه إلى الأحواض الصخرية قد لا يكون ممكناً في العديد من مواقع حجز مياه الأمطار إلا أن استخدام آبار لحقن هذه الأحواض قد يجعل الأمر ممكناً. فحيثما يكون التدفق مناسباً يمكن تحقيق هذا الأمر من خلال التصريف الانسيابي والذي قد يكون ذا فائدة كبيرة في المناطق النائية. أما في المناطق التي تنحدر فيها الوديان نحو الصدع الرئيسي في وادي الأردن فإن المياه التي يعاد تعبئتها تستطيع تكوين منطقة تخزين للمياه العذبة التي يمكن أن تسحب في أي وقت. وتسمى هذه العملية التخزين الحوضي أو الاسترجاع إلا أنه يتوجب هنا دراسة مسألة رفع الترسبات وانسداد الآبار.

وتعتبر المياه الجارية في المدن مصدراً آخراً لحجز المياه في الأحواض فالمناطق المدنية الغير منفذة للماء في المناطق الجافة يمكنها أن تولد كميات كبيرة من المياه والتي يمكن استخدامها بناءً على معالجتها في كثير من أنواع الري أو في تعبئة المياه الجوفية (اسحاق وكارارجيان ١٩٨٨).

ومع ذلك فقد لا تكون المياه القادمة من المدن وخاصة من المناطق الصناعية صالحة لتعبئة المياه الجوفية وقد يكون من الضرورة معالجتها أولاً. وتنطوي الممارسات الحالية في المنطقة قيد الدرس على نقل مياه المدن إلى مخارج تصريف طبيعية أو تجميعها ضمن نظام مجارير صحي.

والأحواض التخزينية إضافة إلى تخزينها للماء تخفف من اندفاع مياه الفيضان وتمنع التدفق الزائد للمياه المعالجة، وقد يشكل إيجاد مواقع مناسبة للتخزين في المدن مشكلة، كما أن إعادة تأهيل أنظمة التخزين الحالية يعتبر أمراً مكلفاً للغاية إلا أن توسيع المناطق المدنية الحالية وإمكانية إيجاد مراكز مدنية لاستيعاب النمو السكاني يعطي فرصة لتخطيط استخدامات مفيدة وبديلة لمياه المدن على أن يأخذ هذا التخطيط بعين الاعتبار درجة المعالجة المطلوبة لجعل المياه صالحة للاستخدام ضمن هدف معين، إضافة إلى التأثيرات البيئية على المجاري السفلى والتي تنجم عن تحويل مياه الأمطار عن مجاريها الطبيعية.

## تغيير الدورة المائية

تعتبر الطرق المستخدمة في تخفيف التبخر والنتح وزيادة شحن المياه الجوفية الطبيعية وتخفيض ضخها إلى خارج التربة, أموراً أقل شيوعاً من طرق حجز الأمطار ولكنها تبقى خيارات أخرى مطروحة لإدارة مساقط المياه. وتكون معدلات التبخر والنتح أكثر ارتفاعاً في الأراضي الرطبة والجمعات المائية ولعل تجفيف أراضي الحولة في شمال إسرائيل لإيجاد أراضٍ زراعية وإزالة واحة الأزرق تقريباً بسبب الضخ الجائر هي أمثلة على محاولات غير مقصودة لتخفيف التبخر والنتح أدت بالنتيجة إلى عواقب بيئية سلبية غير مقصودة أيضاً. (نافذة ٤:١ و ٤:٢) لذلك فإن أي إزالة للأراضي الرطبة والجمعات المائية المكشوفة على الرغم من قدرتها المؤقتة على الاستجابة لطلب الماء إلا أنها تترك دائماً آثاراً سلبية على التنوع البيولوجي وعلى الوظائف الطبيعية للنظام البيئي لذا يجب الاقتراب منها بحذر شديد.

ويمكن زيادة التعبئة الطبيعية من خلال سحب الماء من الأحواض التي يصل منسوب المياه فيها إلى عمق متر أو مترين من سطح الأرض فمثل هذا الأمر يقلل التبخر والنتح ولكنه يزيد من إمكانية تسرب الماء إلى الحوض لإعادة شحنه وهو أمر لم يكن ممكن سابقاً بسبب تشبع التربة بالمياه. إن مثل هذه الخطط ينجم عنها عواقب بيئية مشابهة لتلك التي تهدف إلى تقليل التبخر.

ويتسبب ضخ المياه الجوفية في تقليص التدفق الطبيعي وفي نقص منسوب المياه (الضغط) داخل الحوض الصخري، وفي الأحواض المجاورة للمياه المسوس أو المياه المالحة كما يتسبب انخفاض الضغط في تحرك المياه ذات النوعية الأدنى إلى الجزء العذب من الحوض. وقد حدثت تحركات جانبية لمياه البحر من الأحواض الساحلية لإسرائيل وقطاع غزة (سلطة المياه الفلسطينية) كما حصل تحرك عامودي للمياه المالحة في أحواض الضليل وأحواض البادية الأردنية (سلامة بنايان ١٩٩٣).

يجب تقييم المشاريع التي تتسبب في نقصان المياه الجوفية بحذر شديد على أساس عواقبها المائية المتوقعة إلا أنه وعلى صعيد أصغر وضمن ظروف طبيعية مناسبة

يمكن للمياه الجوفية أن تنخفض وأن يرتفع منسوب المياه من خلال إنشاء سدود تحت الأرض (نلسون ١٩٨٨).

وقد تكون سواحل البحر المتوسط الواقعة فوق طبقة رقيقة من الأحواض الرملية النافذة، ملائمة بشكل خاص لهذه التقنية التي تستلزم إنشاء جدار من الإسمنت أو من الجص القليل النفاذية يمتد إلى قاع الحوض بواسطة الحقن من خلال تجاويف ضيقة المسافات، وإضافة إلى تخزين المياه الجوفية فإن هذه السدود التحت-أرضية تمنع المياه المالحة من الوصول إلى الأحواض الساحلية (جارجونوس ١٩٨١).

وهناك طريقة أخرى تتلخص بأن نترك منسوب المياه يتراكم على طول الساحل بينما نقوم بتخفيض المنسوب من خلال الضخ بعيداً عن الشاطئ وقد استخدمت هذه الطريقة بنجاح في أحواض الساحل الإسرائيلي.

إن تبين أية إدارة لتجمعات المياه يعتمد أساساً على الظروف المحلية وعلى التدابير الإدارية المقترحة ويلخص الجدول التدابير الإدارية المحتملة لتجمعات المياه بناءً على المعايير الخمسة للجنة. وفي معظم الأحيان تساعد تدابير إدارة المجمع على زيادة توفر المياه ولكن الحالات التي تتخذ فيها مثل هذه التدابير لتحسين نوعية المياه قد تكون نادرة.

وتوجد سلسلة من الوسائل المجدية تقنياً في إدارة المجمعات المائية، وتختلف الجدوى الاقتصادية لهذه الوسائل من حالةٍ إلى حالة بناءً على كميات الماء الإضافية التي تستطيع أن تنتجها، أما التأثيرات البيئية فهي خاصة بكل حالة وبشكل عام كلما تم اتخاذ تدابير لتحسين أو صيانة نوعية المياه كلما كان الوضع البيئي صحياً ومفيداً وحيثما تنطوي إدارة المجمعات على بناء سدود كبيرة تكون التأثيرات سلبية على البيئة وأخيراً كلما قامت إدارة المجمعات بتحسين نوعية المياه وكميتها كلما كان تأثيرها إيجابياً على الجيل الحالي وعلى الأجيال المقبلة.

جدول ٥ : ٥ : زيادة موارد المياه

| مقياس اللجنة | إدارة مساقط المياه | الحصاد المائي | الضخ الزائد في المياه الجوفية |
|---|---|---|---|
| التأثير على موارد المياه المتوفرة | +/− | + | + (على المدى القصير)<br>− (على المدى الطويل) |
| الجدوى التقنية | + | −/+ | + |
| التأثيرات البيئية | +/− | +/− | − |
| الجدوى الاقتصادية | +/− | +/− | + (على المدى القصير)<br>− (على المدى الطويل) |
| مؤشرات المساواة بين الأجيال | + | ? | − |
| ملاحظة | + = إيجابي | − = سلبي | |

## الحصاد المائي

تعتبر مياه الأمطار، المصدر المطلق لكل المياه العذبة في المنطقة قيد الدرس، والحجز المباشر لمياه الأمطار يسمى الحصاد المائي وأكثر طرق الحصاد شيوعاً هي استخدام خزانات سطوح المنازل وأنابيب التقاط المياه وبرك التخزين المستخدمة للأغراض الزراعية. وتستخدم الخزانات في جميع أنحاء العالم لتزويد المناطق الريفية بالمياه وتنتشر بكثرة في قرى الضفة الغربية (غير معروف ١٩٨٨). وتشير التحقيقات التي أجرتها المجموعة المائية الفلسطينية PHG 1992 ومجموعة برغوثي ودعبس ١٩٩٣ أن ٤٥% من مناطق الريف (حيث ينتشر ٣٧% من السكان) في الضفة الغربية تعتمد على الحصاد المائي لتلبية حاجاتها الرئيسة من المياه وقد قُدِّم اقتراح بزيادة استخدام هذه الخزانات في قطاع غزة (أبو صيفة ١٩٩١) والأردن (تيكلي ومحمود ١٩٨٧). والخزانات التي تستخدم في الضفة الغربية وقطاع غزة هي عبارة عن حفريات صغيرة في الأرض لا تزيد في الغالب عن ٦ أمتار وتتخذ عدة أشكال ولكن الشكل الرئيسي

لها هو الكوز المقلوب الأجاصي الشكل ويتسع مثل هذا الخزان (الأجاصة) إلى ما يقارب ٧٠- ١٠٠ م٣ من مياه الأمطار التي تلتقطها أسطح المنازل خلال الموسم وتكفي هذه الكمية لتلبية حاجات عائلة من خمسة أفراد طوال أشهر الصيف الجافة.

إضافة إلى ذلك فإن هذه المياه لا تكلف شيئاً إذا ما تجاهلنا الثمن الأساسي للإنشاء ولكن حتى مع هذا الثمن تبقى كلفة المياه القادمة من الخزان أقل بكثير من كلفة المياه التي تأتي عن طريق نظام التوزيع التقليدي أو عن طريق صهاريج نقل المياه في المناطق التي لا يصلها التوزيع. فعلى سبيل المثال ورد في تقرير المجموعة المائية الفلسطينية أن مثل هذا الخزان يمكن أن يوفر على أي عائلة عادية ١٢,٥% من دخلها السنوي، وحتى مع وجود شبكة توزيع فإن هذه الخزانات تستطيع أن تلعب دوراً تكميلياً في تزويد المياه وتخفف من الضغط على نظام التوزيع المائي.

وترافق الأنظمة التي تلتقط المياه مشاكل متعلقة بنوعية المياه التي تسقط بعد أول زخّة مطر لذلك توضع تحويلة ترد هذه المياه عن الخزان لاستخدامها في تنظيف السطوح والتخلص من النباتات العالقة ثم توضع المصافي لتتم عملية حماية المياه التي ستخزن فيما بعد (كريشنا ١٩٩١) وهناك تقنيات أخرى توضع على الحنفيات أو على مداخل المياه لمعالجتها وسيتم شرحها لاحقاً في هذا الفصل (روزيل ١٩٨٧).

ويساعد انتشار المدن وتوسعها واحتمال إيجاد مراكز مدنية جديدة في المنطقة قيد الدرس على السماح بإدخال أنظمة تجميع مياه في تصاميم المنازل. وهناك مشاريع مدنية كبيرة يمكنها إدخال مثل هذه الأنظمة لنقل المياه من مكان التقاطها على السطح خلال أنابيب إلى محطات مركزية ليتم معالجتها وإدخالها في نظام التوزيع العام.

ويعتبر إنشاء البرك لخزن مياه الأمطار واستخدامها في سقاية قطعان الماشية، أمراً شائعاً في قطاع غزة وغالباً ما تكون هذه البرك مكعبة أو على شكل شبه منحرف تتسع البرك الإسمنتية منها لما يقارب ٣٠٠ م٣ والأرضية المغطاة ببلاستيك لما يقارب ٣٠٠٠ م٣ وقد جاء استخدام هذه البرك كبديل جزئي للضخ من الأحواض الضحلة في قطاع غزة وساهم هذا البديل في إيقاف تدهور نوعية المياه الجوفية.

في بعض الأحيان يتم خلط مياه المسوس مع مياه الأمطار الملتقطة للخروج بمياه صالحة للري. وقد اقترح الخضري عام ١٩٩١ أن تستخدم هذه البرك كمصادر تعبئة اصطناعية للمياه الجوفية كما ثبتت جدوى التصاميم الزراعية والاصطناعية التي وضعت لإعادة تعبئة الأحواض من خلال كلٍ من الحصاد المائي وحجز مياه الأمطار في المنطقة قيد الدرس. أما خيارات الحصاد المائي فتعتمد اعتماداً كليًّا على خصوصية كل وضع وتختلف باختلاف الموقع واختلاف الهدف. وكما يبين الجدول ٥:٥ فإن الحصاد المائي بطبيعته يؤدي إلى تعزيز مصادر المياه إلا أنه لا يمكن حساب الجدوى التقنية والاقتصادية والتأثيرات البيئية بشكل فوري بدون وجود معلومات مفصلة عن الإجراءات الخاصة بالحصاد المائي والموقع الذي جرت فيه. كما أنه من الصعب تقييم تأثير مثل هذا التوجه على الأجيال القادمة في غياب التفاصيل الخاصة به.

في الخمسينات أظهرت التجارب التي أجريت في صحراء النقب عن نجاح نظام مائي اعتمد على حجز مياه الأمطار القليلة بدون الري في إنتاج محاصيل غذائية (عميرام ١٩٦٥ وإيفينري وغيرهم ١٩٨٢). أما المزارعون النبطيون والبيزنطيون فقد طوروا مثل هذا النظام في القرن الأول الميلادي ولكنه أُهملَ فيما بعد ولم يعُد ينظر إليه كنظامٍ مجدٍ اقتصادياً. ويشتمل هذا النظام على خزانات وقنوات وتشكيلات ترابية وصخرية وحتى نباتات من أجل الاستفادة القصوى من مياه الأمطار وتوفيرها للمحاصيل خلال مواسم إنتاجها.

## الضخ الزائد للمياه الجوفية

بسبب الاختلاف الزمني في إعادة تعبئة المياه الجوفية، ينتهي ضخ هذه المياه عادة بنقصان في كمية المياه، ولكن هذه الكميات تبقى متذبذبة حول معدل معين على المدى الطويل. وإذا لم يتم هناك أي ضخٍّ زائد فإن العملية تبقى في حدود الاستدامة. ولكن من ناحية أخرى إذا زادت معدلات الضخ عن معدلات إعادة الشحن فإن تراجعاً سيحصل في مناسيب المياه الجوفية متسبباً في سوء استغلال الحوض. وتمثل المياه التي تُضَخ زيادة عن التعبئة مصدراً غير متجدداً.

ويكثر الضخ الجائر في الأردن وتعطي واحة الأزرق مثالاً واضحاً على ذلك (نافذة ٤:١) إذ يجب أن تبذل الجهود لإيقاف تدهور هذا المصدر من المياه. وتشير السيناريوهات الموضوعة لمستقبل مصادر المياه في المنطقة (GTZ- GES) إلى انخفاض عام في ضخ المياه الجوفية المتجددة في غرب نهر الأردن (جدول ٥:٦). ويتسبب الضخ الجائر لحوض مائي متصل بجسم مائي مالح مثل مياه جوفية مالحة أو مياه بحر في تفريغ هذا الحوض وفي تدني نوعية مياهه العذبة. وقد أدى الاستغلال الجائر للحوض الساحلي في قطاع غزة وإسرائيل إلى توجه مياه البحر المالحة نحو اليابسة وتجاوزها إلى داخل الحوض. لذلك يجب إعطاء الأولوية القصوى لإيقاف الضخ من الأحواض التي أسيء استغلالها تحسباً للعواقب البيئية والنوعية التي ستلحق بهذه الأحواض نتيجة للضخ الجائر.

في ظروف الإدارة السليمة تستطيع معظم الأحواض أن تقدم مصدراً مستداماً للمياه وأساساً للحفاظ على التنوع البيولوجي للنظام البيئي بشرط أن يتم إعادة شحنها. ويحتاج ضمان حصول هذا الأمر إلى إجراء أبحاث حول كمية المياه المخزنة في الأحواض والعواقب البيئية التي قد تنجم عن تفريغها وإلى إيلاء الاهتمام لاستخدام المساحة التخزينية التي تنتج عن ضخ المياه الجوفية استخداماً إيجابياً، فهذه المساحة يمكن استعمالها لتخزين المياه العذبة من عدة مصادر من خلال إعادة التعبئة (الشحن) الاصطناعية، وقد سبق وجُلبت المياه العذبة من مناطق بعيدة إضافة إلى المياه المعالجة من أجل إعادة شحن الأحواض الساحلية في إسرائيل بالطرق الاصطناعية، كما تم تخزينها في الأحواض لاستخدام لاحق. وقد أوقفت هذه المياه تدهور نوعية مياه الحوض. لذلك تم تقديم اقتراح باتخاذ مثل هذه الإجراءات في أحواض سواحل قطاع غزة وغيرها (عساف ١٩٩٤).

هناك حالة خاصة من سوء الاستغلال تحصل للأحواض التي تتلقى القليل من مياه التعبئة أو لا تتلقى على الإطلاق ويطلق على المياه المحصورة في مثل هذه الأحواض مياها أحفورية وتعتبر مصادر مائية غير قابلة للتجديد. والحوضان الجيولوجيان الرئيسان اللذان يمثلان مثل هذه الحالة في المنطقة قيد الدرس هما حوض الديسي في جنوب الأردن وحوض الحجر الرملي في جنوب إسرائيل وقد

امتلئ هذان الحوضان بالمياه منذ عصور سحيقة عندما كانت الظروف المناخية والجيولوجية تسمح بإعادة تعبئتها ولكنهما حالياً لا يتلقيا إلا القليل من الماء.

ويوجد بلايين الأمتار المكعبة من المياه ذات النوعية الممتازة في حوض الديسي والحوض النوبي، وتقدر مجموعة العمل المتعددة الأطراف حول مصادر المياه كمية المياه المتوقع توفرها في المنطقة قيد الدرس بما يقارب ٢٥٣ م م٣ (١١٠ م م٣ غرب وادي الأردن و ١٤٣ شرقه). ومثل هذا المعدل في الضخ يشير إلى ديمومة للمصدر قد تصل إلى عدة مئات من السنين أما معدلات السحب العالية فتبلغ ٩٥ م م٣ (٢٥م م٣ غرب النهر و٧٠ شرقه) ومع ذلك فإن عواقب مثل هذا السحب أو أي سحب بدرجة أعلى منه تبقى مجهولة حتى الآن.

أما ما هو غير مجهول فهو أن المياه التي تسحب من الأحواض الأحفورية تتسبب في انخفاض منسوب هذه الأحواض. وقد أدى هذا الانخفاض إلى تحريك المياه المالحة من الصخور المجاورة باتجاه الحوض لتعويض المياه العذبة المسحوبة منه، إضافة إلى ذلك فقد تتحرك المياه العذبة الموجودة في أحواض واقعة فوق هذه المياه الأحفورية باتجاه هذه الأحواض أو داخلها. ويتوجب هنا إجراء البحث حول كيفية تأثير هذه الظاهرة على استدامة مصادر المياه في المنطقة قيد الدرس فالسحب من أحواض المياه الأحفورية قد لا يحمل أي تأثير ملحوظ على الوضع البيئي لأن هذه الأحواض تعتبر معزولة عن المحيط الحيوي وليس لها أي تعبئة إضافية أو أي تدفق طبيعي. إلا أن هذا المصدر وبحكم كونه أكبر مصدر للمياه في المنطقة قيد الدرس، يتوجب تطويره ضمن الهيكل العام لخطط التطوير المستدامة. وتشمل خيارات تطويره استخدامه للتطوير المحلي (وهو ما يحصل حالياً) أو كجزء من نظام التوزيع المائي القطري أو الإقليمي أو إبقائه كمصدر احتياطي للماء. ومثل هذا الخيار الأخير يحتاج إلى تحليل اقتصادي مبني على بحث مائي مفصل يبين نتائج تطوير المياه أو تأجيل استخدامها، على أن يأخذ مثل هذا التحليل بعين الاعتبار حماية البيئة وحماية مصالح الأجيال القادمة. وكما ذكرنا في الفصل ٢ فإن الضخ المؤقت من حوض ما يمكن أن يعطي الوقت الكافي لمنطقته للانتقال إلى اقتصاد غير زراعي.

## جدول ٦ : ٥
## توحيد مصادر المياه التقليدية

| المنطقة | المياه السطحية الحالية م م$^{3}$/سنة | المياه السطحية المستقبلية م م$^{3}$/ سنة | المياه الجوفية الحالية م م$^{3}$/ سنة | المياه الجوفية المستقبلية م م$^{3}$/ سنة | مجموع مصادر المياه الحالية م م$^{3}$/ سنة | مجموع مصادر المياه م م$^{3}$/ سنة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| غرب وادي الأردن | ٦٨٥ | ٧٢٥ | ١,٢٣٤ | ١,٢٩٩ | ١,٩١٩ | ٢,٠٢٤ |
| شرق وادي الأردن | ٢٩٠ | ٤٧٥ | ٥٣٥ | ٤٨٨ | ٨٢٥ | ٩٦٣ |
| مجموع المنطقة قيد الدرس | ٩٧٥ | ١,٢٠٠ | ١,٧٦٩ | ١,٧٨٧ | ٢,٧٤٤ | ٢,٩٨٧ |

المصدر: اعيد طبعها بإذن من المستشارين الهندسيين CES والوكالة الألمانية للعمل التقني GTZ ١٩٩٦.

وكما يظهر في الجدول ٥:٥ فإن الضخ الزائد لا يعتبر وسيلة جيدة لزيادة مصادر المياه إلا في بعض الحالات الخاصة فهو يؤدي دائماً إلى إنهاء نفسه إذ تهبط المياه إلى مستويات لا يعود الضخ بعدها مجدياً اقتصادياً، أي أنه يعزز مصادر المياه على المدى القصير ولكنه حين يستمر ينتهي الأمر به بأن يقضي عليها. والضخ الزائد بالعادة مجدٍ تقنياً إلا في الحالات التي يكون فيها النطاق المائي عميق جداً ولكن تأثيراته على البيئة هي دائماً في الجانب السلبي لأنها تؤدي إلى هبوط التربة وتسرب مياه البحر أو المياه المالحة.

وتختلف الجدوى الاقتصادية للضخ الجائر باختلاف مدة الاستعمال فعلى المدى القصير قد تجعل ظروف موضوعية مؤقتة مثل مقاومة الجفاف من الضخ الزائد أمراً نافعاً ومجدياً اقتصادياً إلا أن الضخ الزائد غير مجدٍ على المدى الطويل وخاصة عندما تصل مستويات المياه إلى أعماق يصبح فيها الضخ أمراً غير اقتصادياً على الإطلاق. وبشكل عام فللضخ الجائر انعكاسات سلبية على الأجيال القادمة لأنه يقلل من المياه التي كان يجب أن تتوفر لهم لو لم يكن هناك ضخاً زائداً.

## معالجة المياه العادمة

يبدو واضحاً أن الماء في المنطقة قيد الدرس هو عنصر أثمن من أن يستخدم مرة واحدة ثم يستغنى عنه، ومن المؤكد أن المنطقة قيد الدرس هي منطقة رائدة في استخدام المياه العادمة المعالجة، لغير أغراض الشرب، وتتلقى ٥٣% من مجموع المياه المستخدمة في المنازل معالجة من نوع ما، وفي إسرائيل يتم إعادة تدوير ٧٠% من مجموع المياه العادمة المعالجة والمستخدمة في المنازل (أرجامان ١٩٨٩) أما في الأردن فيتم إعادة تدوير ٦٠% من المياه (ملفاتواج) وفي الضفة الغربية لا يوجد تدوير على الإطلاق بينما يتم معالجة ٢٠ م م$^{٣}$ من المياه العادمة في قطاع غزة، ومع تصاعد الطلب على المياه وتخطيها الكميات المتوفرة لا يبدو من غير المنطق أن تضع خطط تزويد المياه في حسبانها إعادة تدوير شاملة للمياه في المنطقة قيد الدرس.

ولاستصلاح المياه فائدتان، الأولى انه يخفف من التلوث من خلال إزالة المياه

العادمة كعائق بيئي وصحي والثانية أنه يشكل مصدر معوض للمياه من خلال زيادة كمية المياه المتوفرة (USEPA 1992) ولهذه الأسباب أصبحت عمليات معالجة المياه العادمة أكثر شيوعاً في المناطق الجافة وشبه الجافة في بلاد مثل أستراليا وغرب الولايات المتحدة والمكسيك وشبه الجزيرة العربية وجنوب أفريقيا والهند وقبرص وتونس وإسرائيل.

كما يساهم استصلاح المياه في زيادة الكمية الإضافية المستخدمة من أية مياه تؤخذ من مصادر أخرى للمياه العذبة فعلى سبيل المثال: ينتج عن ٥٠ م م$^{٣}$ من المياه الأحفورية المستخدمة للمنازل، ٣٥ م م$^{٣}$ من المياه المستصلحة (بافتراض فقدان ٣٠% خلال النقل والاستهلاك) وهناك ثلاثة انواع من استصلاح (معالجة) المياه ١) استخدام المياه العادمة مع قليل من المعالجة أو بدونها ٢) استخدام المياه المعالجة مباشرة بعد استصلاحها ٣) استخدام المياه المعالجة بشكل غير مباشر.

## نافذة ٢:٥
## هارلنغتون ـ تكساس

### أهمية إعادة استخدام مياه المصدر في الصناعة

تقع مدينة هارلنغون على بعد ١٦ كيلو متر عن الحدود المكسيكية الأمريكية عند الطرف الجنوبي لولاية تكساس. وقد أدركت المدينة عام ١٩٨٨ أنها ستحتاج إلى موارد إضافية من المياه إذا أرادت جذب صناعات جديدة تخلق فرصاً للعمل وتجني عائدات ضريبية إضافية لذا قامت المدينة بإجراء دراسة لتحديد الوسائل البديلة لزيادة مصادر المياه وقد حددت ثلاث منها هي:

- تستطيع البلدة شراء مياه الشرب من البلدان المجاورة ولكن بسعر باهظ.
- تستطيع الحصول على مياه متدنية النوعية من موردين مجاورين.
- تستطيع إعادة استخدام المياه المعالجة.

وقد وجدت البلدة أن الوسيلة الثالثة هي المصدر الإضافي للمياه الأكثر فعالية بالنسبة لعوائد الكلفة على الرغم من أن تسهيلات المعالجة الحالية تحتاج إلى تعديل وإضافة منشآت جديدة.

ولحسن حظ المدينة فقد كانت المجاري الموجودة للمياه العادمة قابلة للفصل بأقل كلفة وكانت المياه القادمة من المصانع متدنية النوعية وتمتاز بوجود كميات عالية من المواد الصلبة المذابة مما يجعل المعالجة بواسطة التناضح العكسي أمراً غير مجدياً. وفي مثل هذه الحالة كان مفتاح الحل بالنسبة لفعالية كلفة معالجة المياه العادمة واضحاً في الحقيقة القائلة أن مياه المجاري وأنظمة التخلص من المياه العادمة ليست بحاجة إلى إعادة تأهيل من اجل فصل مجاريها المنزلية والصناعية ولو كان هذا الأمر مطلوباً لما ردّت الخطة عوائد كلفتها.

وفي النهاية تبنت المدينة خطة معالجة تقليدية للمياه المنزلية واتبعتها بعمليات تخثر وتصفية للمواد الصلبة العالقة وعمليات تناضح عكسي لطرد الأملاح كما تعاملت مع النفايات الصناعية بطريقة جديدة ومنفصلة وبذا تم التخلص منها.

وقد وضعت الخطة قيد التطبيق عام ١٩٩٢ ونتج عنها ما يقارب ٧٤٠٠ م$^{٣}$ يومياً من المياه الغير مالحة بكلفة ٠,٢٣ دولار للمتر المكعب وبلغت التكاليف الرأسمالية للمشروع ٩,٥ مليون دولار بينما وصلت التكاليف التشغيلية إلى ٤٠٠,٠٠٠ دولار. وأظهرت تجربة هارلنغون أهمية نوعية مصدر المياه في تحديد جدوى وفعالية كلفة معالجة مياهه وإعادة استخدامها.

## الاستخدام المباشر للمياه العادمة غير المعالجة

بعض أنواع المياه العادمة غير المعالجة مثل المياه القادمة من آلات الغسيل ومصارف المطابخ يمكن أن تستخدم مباشرة في المنازل لري الحدائق وغسل المراحيض كما يمكن لهذه المياه أن تنقل بعض الملوثات الضارة للإنسان لذا

يجب أخذ الحرص على التفريق بينها وبين مياه الشرب. والاستخدام المباشر للمياه العادمة غير المعالجة ممكن في بعض الصناعات من خلال إعادة تدويرها ومن الممكن أيضاً تشجيع المصانع على استخدامها من خلال تخفيض سعرها أو وضع سياسات تسمح باستخدامها في المصانع أو من خلال فرض رسوم ومقاييس على المياه الخارجة من المصانع، ويمكن تحديد ملائمة هذه المياه للاستخدام المباشر من خلال معرفة نوعية المياه التي تتطلبها هذه الصناعات وهي إمكانية أخرى للاستخدام المباشر لهذه المياه تظهر في إعادة استخدام مياه الصرف الزراعية لأغراض الري ورغم تقيد هذه المياه باعتبارات نوعية إلا أن خلطها مع مياه ذات نوعية جيدة تؤدي إلى زيادة فعالية استخدامها (جراتان وروذز ١٩٩٠).

**نافذة ٣:٥**

## الاستخدام المضاعف للمياه المستصلحة في جنوب كاليفورنيا

تقوم مقاطعة بلدية الحوض الغربي المائية بتزويد المياه لما يقارب ٩٠٠,٠٠٠ من المواطنين القاطنين في الجهة الغربية لمدينة لوس أنجلوس إضافة إلى عدد كبير من الصناعات المقامة هناك. وقد ابتليت هذه المنطقة طوال تاريخها بشح الموارد المحلية وندرة الموارد المستوردة ولكنها وبمساعدة بعض متعهدي المياه في الجنوب أظهرت براعة كبيرة في استخدام المياه العادمة المستصلحة لمواجهة طلبات مواطنيها. فقد تعززت الحوافز في السنين الأخيرة لاستخدام المياه المعالجة مع وقوع المجتمعات التي تعيش على سواحل كاليفورنيا الغربية تحت ضغط متزايد للتخفيف من كمية المياه العادمة التي تصب في المحيط الهادي وقد عمل هذا الضغط لصالح مقاطعة بلدية الحوض الغربي المائية لأن موقع خدماتها كان قريباً من محطة هايبيريون للتنقية وهي أكبر محطة لمعالجة المياه

العادمة في مدينة لوس أنجلوس. وقد باشرت هذه المقاطعة المائية بمشروع يمتد لعشر سنوات ويؤدي بالنتيجة إلى استصلاح ٨٦ م م³ من المياه العادمة سنوياً على أن تنتهي المرحلة الأولى قريباً بطاقة ٢,٠٥ م م³/ سنوياً وسيتم توزيع المياه الناتجة لصالح ثلاثة استخدامات أساسية. ولكي يتم تحقيق ذلك تم تصميم ثلاثة مجاري للمياه تطابق كل هذه الاستخدامات: المجرى الأول وهو الأكبر من بين الثلاثة سوف يستخدم للسيطرة على تسرب مياه البحر وسيتم حقن هذه المياه في الحوض الغربي لكي تعمل كحاجز من المياه العذبة بين المياه الجوفية داخل الحوض وبين مياه البحر وسيتم التخلص من هذه النترات بيولوجياً كما سيتم تخفيف هذه المياه وتعديل الرقم الهيدروجيني فيها وتصنيفها وتطهيرها ومعاملتها بالتناضح العكسي للتخلص من ملوحتها بحيث تصبح مطابقة لمقاييس مياه الشرب. أما المجرى الثاني فيستخدم لأغراض صناعية، إذا تستعمل مياهه عوضاً عن مياه التبريد في مصفاتين ضخمتين للنفط، إضافة إلى التسخين وعدة عمليات أخرى. وهنا سيتم أيضاً تنقية المياه من النترات وتصفيتها وتطهيرها لتطابق جميع المواصفات الصناعية اللازمة لأعمال مصافي النفط. أما المجرى الثالث فسوف يستخدم في ري المرافق العامة والمسطحات الخضراء وقد تم تحديد ١٢٠٠ مستخدم لهذه المياه بما فيهم الحدائق العامة والمدارس والمقابر وملاعب الجولف. وسوف تتم معالجة هذه المياه بالتخثير والتلبيد والتصفية والتطهير لكي تطابق متطلبات الولاية للمياه التي يعاد استخدامها للري بدون قيود. وستبلغ تكلفة الوحدة المائية لجميع الاستخدامات ٠,٥٧ دولار للمتر المكعب وهي كلفة أقل بكثير من المصادر البديلة الأخرى.

ويوضح برنامج استصلاح مياه الحوض الغربي كيف يمكن تصميم مشروع معالجة كبير للمياه العادمة لتوفير استخدامات عديدة للمياه على عدة درجات من النوعية. وبشكل عام فإن مثل هذه المشاريع المتعددة الأهداف تصبح أكثر اقتصادية عندما يتم توفير كميات كبيرة من المياه العادمة للمعالجة من خلال تطبيق اقتصاديات الجملة.

## الاستخدام المباشر للمياه المعالجة

رغم أن الأمر ممكن تقنياً إلا أن المياه العادمة المعالجة لا تُستخدم للشرب بسبب عدم تقبل الناس لمثل هـذه الفكـرة (USEPA 1992 ص: ١٠٦) ومـع ذلك فقد تصبح المياه المعالجة جاهزة لعدة استخدامات بعد خضوعها لمعالجات ملائمة، وقد تشمل هذه الاسـتخدامات القطاعـات الرئيسـية الثلاثـة المنزليـة والزراعية والصناعية. ويوضح الجدول ٥:٧ الصـفات الكيميائيـة والفيزيائيـة للمياه المعالجة الخارجة من محطـة تنقيـة مقاطعـة دان في إسـرائيل وهـي محطـة شافدان بعد تصفيتها وضخها في حوض ترابي ضحل. وتعتبر نوعية هذه المياه أفضل من مياه الشرب العادية.

### جدول ٧ : ٥

### نوعية المياه الخاضعة لمعالجة متقدمة (المعالجة بالحوض الترابي) مشروع شافدان إسرائيل

| المقياس | الوحدة | القيمة بعد المعالجة |
|---|---|---|
| مجموعة المواد الصلبة الذائبة | مغ/ لتر | ١٠٣١ |
| كلورين | مغ/ لتر | ٣٢٢ |
| صوديوم | مغ/ لتر | ٢٢٧ |
| الملوحة | دس/ م | ١,٧٦ |
| نسبة امتصاص الصوديوم | $(mea/\text{لتر})^{1/2}$ | ٥,١ |
| بورون | مغ/ لتر | ٠,٥ |
| الرقم الهيدروجيني pH | وحدات | ٧,٧٣ |
| $NO_3$- N | مغ/ لتر | ٥,٣ |
| $NO_2$- N | مغ/ لتر | ٢,٩ |

يتبع ←

| | | |
|---|---|---|
| مجموع النيتروجين | مغ/ لتر | ٨,٨ |
| القلوية (CaCo 3) | مغ/ لتر | ٣١٠ |

* جميع المعايير الأخرى مثل المتطلب البيولوجي للأكسجين، بكتيريا الكلوليفورم الفيروس، المواد النادرة، المواد العضوية النادرة، المواد السامة، مخففة.

المصدر: بالأذن من كانارك وغيره ١٩٩٤.

## القطاع الحضري/ المنزلي

على الرغم من أن المياه العادمة المعالجة لن تستخدم كمصدر لمياه الشرب إلا أن لها استخدامات منزلية محتملة عديدة تشمل ري المرافق والحدائق وغسل المراحيض والبناء وتنظيف الشوارع والسيارات وإطفاء الحرائق وتشغيل مكيفات الهواء (أوكن ١٩٩٤). ويتطلب الاستخدام المنزلي للمياه العادمة المعالجة وجود نظامين بلدين للتوزيع الأول لمياه الشرب والثاني للمياه العادمة المستصلحة. وعلى الرغم من أن إعادة تأهيل البنى التحتية الموجودة سيكون مكلفاً إلا أنه يتوجب مقارنة هذه الكلفة بكلفة تزويد مياه إضافية من مصادر بديلة. ولعل التوسع الكبير المتوقع للمدن في المنطقة قيد الدرس سوف يسمح بتخطيط تجمعات بشرية جديدة ذات نظامين مائيين وقد يتطلب وجود اختلافات في مصادر المياه واستخداماتها إيجاد تسهيلات تخزينية. وتتطلب الحاجة لمصدر دائم للمياه إنشاء عدة محطات تنقية (USEPA 1992) كما أن الملوحة قد ترتفع بشكل ملموس بسبب الاضطرار إلى إعادة التدوير عدة مرات بسبب وجود مواد صلبة مذابة وكثيرة في المياه المنزلية والصناعية. وعلى الرغم من أن استخدام الأغشية وطرق المعالجة المكلفة يمكنها أن تزيل الأملاح إلا أن الأمر يتطلب جهوداً لتخفيف ما أمكن من الملوحة والمحافظة على تدوير مستدام للمياه المنزلية.

## القطاع الزراعي

حتى الآن ما يزال القطاع الزراعي يعتبر أكبر مستخدم للمياه المعالجة، ففي عام ١٩٩٤ استخدم في إسرائيل ٢٥٤ م م٣/ سنوياً من المياه المعالجة لري ٢٧,٠٠٠ هكتار (جدول ٨:٥) (إيتان ١٩٩٥) –انظر نافذة ١:٥– ويمثل هذا المصدر ٦٥% من مجموع المياه المستخدمة للزراعة وقد قدرت وكالة المياه الإسرائيلية أنه مع حلول العام ٢٠٢٠، سوف تصل كمية المياه العادمة المعالجة غرب نهر الأردن إلى ٧٨٢ م م٣ يستخدم منها ٩٨% لأغراض الري. وقد استخدم الأردن عام ١٩٩٤، ٥٩ م م٣/ سنوياً من المياه المعالجة في ري محاصيله، ويمثل هذا الرقم ٨% من مجموع المياه المستخدمة في الزراعة (جدول ٢:٣) ومن المتوقع أن ترتفع هذه النسبة لأن التشريعات القانونية الأردنية المعززة الصادرة عام ١٩٩٥ نصتْ على أن أية محطة تنقية جديدة يجب أن تقوم بتزويد مياه معالجة مع التركيز على استخدامها في الزراعة في المرتفعات الشرقية (ملفات سلطة المياه في الأردن) كما تم مناقشة مثل هذا الاقتراح في قطاع غزة والضفة الغربية إلا أنه بقي رهن بتحسين مستوى محطات التنقية. ويتم حالياً معالجة ٢٠ م م٣ من المياه في الضفة الغربية وقطاع غزة. ومن المتوقع أن ترتفع هذه الكمية إلى ٤٣ م م٣ سنوياً مع ارتفاع استهلاك المياه وازدياد كمية المياه العادمة ويبدو واضحاً هنا أن إحلال المياه العادمة بدلاً من مياه الشرب لاستخدامها في الزراعة يعطي مجالاً أفضل وأكثر فعالية لاستخدام أفضل للمياه العذبة المحدودة المصادر في المنطقة قيد الدرس.

**جدول ٨ : ٥**

**مساحة المحاصيل المروية بالمياه المعالجة في إسرائيل (بالهكتار ١٩٩٤)**

| المنطقة | المحاصيل | حمضيات | محاصيل أخرى | أشجار | محاصيل علفية مختلفة | مجموع |
|---|---|---|---|---|---|---|
| القدس | ٣١٠٣ | ٠ | ٧٢ | ٠ | ٠ | ٣١٧٥ |
| الشمال | ٥٦٥٣ | ١٠٦ | ٢٨٢ | ٩٧٥ | ٩٢ | ٧٠٧٨ |
| حيفا | ٤٥٦٨ | ١٢١ | ٣٨ | ٤٥ | ٠ | ٤٧٧٢ |

يتبع ←

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الوسط | ٤٧٥٢ | ٣٩٤ | ٦٥ | ١١٨٨ | ١٠٢ | ٦٥٠٤ |
| تل أبيب | ٣٠٧ | ٤٨ | ١٧ | ٠ | ٠ | ٣٧٢ |
| الجنوب | ٤١٥٧ | ٢٥ | ١٢٦ | ١٠٩٦ | ٢٨٠ | ٥٦٨٤ |
| الضفة الغربية | ١٦ | ٠ | ٠ | ٠ | ٠ | ١٦ |
| غزة | ٧ | ٠ | ٦ | ٠ | ٠ | ١٣ |
| المجموع | ٢٢,٥٣٣ | ٦٩٤ | ٦٠٦ | ٣٣٠٤ | ٤٧٤ | ٢٧,٦١١ |

أما المحاصيل العلفية وغيرها من المزروعات التي لا يستهلكها البشر فتتطلب مياهاً أقل جودة في النوعية. وتروى هذه المحاصيل أحياناً من مياه خاضعة لمعالجة أولية فقط والمعالجة الأولية تشمل تصفية المواد الصلبة الخشنة والرمال وترسيب ما يترسب منها أو قشط ما يتبقى على السطح إلا أنه في معظم الأحيان يحتاج الأمر إلى معالجة من الدرجة الثانية، وهذا النوع من المعالجة يتطلب استخدام برك ترسيب أو بحيرات ضحلة معرضة للهواء أو تحريك الرواسب أو قطر المصافي أو تدوير العمليات البيولوجية. وعلى العموم يتم معالجة المياه بعد تطهيرها، وتستخدم المياه الخارجة من معالجة الدرجة الثانية لإنتاج المحاصيل التي لا تستهلك مباشرة من قبل الإنسان، إلا أن الأردن قد يمنع استخدام هذه المياه على بعض المحاصيل حتى ولو عولجت علاجاً من الدرجة الثانية.

ولكي تستخدم المياه للري على مدى أوسع تتم معالجتها معالجة متقدمة تسمى درجة ثالثة تؤدي إلى إخراج النيتروجين والفسفور والمواد الصلبة العالقة والمواد العضوية الذائبة والمعادن.

ويبين جدول ٥:٩ درجات تركيز المواد الصلبة ومتطلب الأكسجين البيولوجي وأعداد عصي القولون وبقايا الكلورين، التي يسمح بها لري مختلف المحاصيل في إسرائيل ويبدو واضحاً هنا أن الري بدون قيود لجميع المحاصيل يتطلب درجة من التنقية (الفئة د) أعلى من تلك الدرجة التي تستخدم في ري محاصيل لا تؤكل إلا بعد تصنيفها.

وبعيداً عن اعتبارات نوعية المياه تبقى المشكلة الرئيسية في استخدام المياه المعالجة هي توقيت العرض والطلب، فالمياه المعالجة هي مصدر دائم نسبياً بينما يختلف الطلب على مياه الري من حين لآخر لذلك يتوجب إدخال استخدامات بديلة وتسهيلات تخزينية للمياه المعالجة ضمن أي تصميم يوضع لمشاريع إعادة استخدام المياه في الزراعة. كما يجب أن تقوم هذه التسهيلات التخزينية بفتح المجال لمعالجة إضافية للمياه العادمة المخزّنة، فإدارة سلسلة من الخزانات يمكن أن تُحسّن من نوعية المياه كما أن تخزينها في أحواض يمكن أن يشكل بديلاً للمعالجة من الدرجة الثالثة.

## جدول ٩ : ٥

## مقاييس نوعية المياه المعالجة التي يعاد استخدامها لري المزروعات في إسرائيل (أ)

| نوع المحصول | أ | ب | جـ (ب) | د |
|---|---|---|---|---|
| نوعية المياه | قطن، سكر، شمندر، حبوب، علف ناشف، بذور وأشجار لون غابات | علف أخضر زيتون، فستق، حمضيات، موز جوز. | أشجار مثمرة خضار للحفظ، مسطحات عشبية، ملاعب كرة قدم، ملاعب جولف | محاصيل غير مقيدة، خضار تؤكل نيئة، حدائق ومسطحات |
| $BOD_5$ مغ/ل (جـ) مجموع | ٦٠ | ٤٥ | ٣٥ | ١٥ |
| $BOD_5$ ذائب مغ/ل | ــــ | ــــ | ٢٠ | ١٠ |
| مواد صلبة معلقة مغ/ل | ٥٠ | ٤٠ | ٣٠ | ١٥ |
| اكسجين ذائب مغ/ل | ٠,٥ | ٠,٥ | ٠,٥ | ٠,٥ |

يتبع ←

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| أعداد عصي القولون | ــــ | ــــ | ٢٥٠ | ١٢(٢,٢)(د) |
| بقايا الكلورين مغ/ل | ــــ | ــــ | ٠,١٥ | ٠,٥ |

(أ) ٨٠٪ من العينات المأخوذة يجب أن تطابق المواصفات.

(ب) يجب إيقاف الري قبل أسبوعين من موعد القطف ولا تؤخذ الثمار التي تقع على الأرض.

(جـ) يتم حساب متطلب الأكسجين البيولوجي على فترة خمسة أيام.

(د) ٥٠٪ من العينات يجب أن تطابق المواصفات.

## القطاع الصناعي

تشمل الاستخدامات الصناعية للمياه، عمليات التبريد ومياه التدفئة ومياه التصنيع. وكل من هذه المجالات الثلاثة يمكن أن يستفيد من المياه العادمة المعالجة على الرغم من الحاجة إلى بعض المعالجة الإضافية التي تتراوح من تعديل الرقم الهيدروجيني إلى التصفية بامتصاص الكربون. وتتطلب مياه التبريد بشكل عام درجة أقل من المعالجة وتفتح المجال لمزيد من التوسع في استخدام المياه المعالجة، إلا أن السياسة العامة والاقتصاد يقفان إلى جانب استخدام المياه المستصلحة في قطاعات الزراعة والمدن.

## الاستخدامات غير المباشرة

تشمل الاستخدامات غير المباشرة للمياه تعزيز البيئة الطبيعية وتربية الأسماك وإعادة شحن المياه الجوفية (USEPA 1992). ويتطلب تعزيز البيئة الطبيعية مثل إقامة البحيرات وزيادة مساحة الأراضي الرطبة والأنهار، معالجة تتناسب مع درجة اتصال المياه بالإنسان. وحيثما توجد معالجة كافية تصبح الاستخدامات البيئية للمياه المعالجة بديلاً قوياً لتخزينها. أما تربية الأسماك في أحواض اصطناعية من المياه المعالجة فتمارس بكثرة في إسرائيل لأغراض التجارة (كرووك ١٩٩٠) وحيثما تقدَّم الأسماك

للاستهلاك البشري تكون المياه المعالجة ذات نوعية متقدمة تمنع تراكم المواد السامة (USEPA 1992). ولكن يظهر حتى الآن أن أكثر الاستخدامات غير المباشرة للمياه المعالجة تتعلق بإعادة تعبئة المياه الجوفية اصطناعياً، ويمكن تحقيق هذا الأمر بواسطة تصفية المياه السطحية في السدود أو حقنها في الآبار (NRC 1994). وحالياً لا يمارس في المنطقة قيد الدرس إلا التسريب السطحي للمياه، أما الأهداف الكامنة وراء إعادة تعبئة المياه الجوفية فتتمثل في ١) تخزين المياه الفائضة المعالجة عن الحاجة ٣)القيام بمعالجة إضافية ٣) إعادة تعبئة الأحواض ٤) إقامة عوازل مائية ضد تسرب مياه البحر للأحواض الساحلية (USEPA 1992) وتتكامل هذه الأهداف مع بعضها البعض فعلى سبيل المثال تستخدم المياه المعالجة من الدرجة الثانية في تل أبيب لإعادة تعبئة حوض غير مغلق ويستخدم جزء من هذا الحوض في تعبئة حوض صخري آخر بينما يُسحب جزءٌ آخر لاستخدامه حتى في ري الخضراوات التي تؤكل نيئة بسبب المعالجة الإضافية التي تتلقاها المياه داخل التربة (جدول ٩:٥).

ولكن إعادة تعبئة المياه الجوفية وأنظمة التسرب السطحية لا تجدي في التربة الضعيفة النفاذية أو في الأراضي المرتفعة الثمن، وحيثما توجد الطبقات غير النفاذة في التربة يصبح من الصعب غسل المواد الكيميائية المتراكمة فيها، كذلك يصعب الغسل عندما تكون الأحواض ذات نوعية سيئة او أحواضاً غير مغلقة.

وفي جميع هذه الحالات يمكن إعادة تعبئة المياه الجوفية بواسطة آبار الحقن ويمكن استخدام المياه المعالجة في إعادة تعبئة الأحواض المغلقة أو الأحواض المفرغة، أو لتخزين المياه في أحواض المياه المالحة لإقامة عوازل مائية أو للضخ فيما بعد إلا أن تكرار إعادة التدوير للمياه المعالجة بواسطة التسرب السطحي و أنظمة الحقن يمكن أن يؤدي إلى زيادة ملوحة المياه الجوفية.

ويوجد هناك مشكلة تتعلق بالضخ الزائد للمياه الجوفية، وتتمثل في وجود أحواض مائية في بعض المناطق مثل المنطقة الواقعة بين قطاع غزة وبئر السبع وتستخدم هذه الأحواض للتخلص من النفايات السامة إذ أن تراكم مثل هذه النفايات قد يسبب تلوثاً خطيراً للمصادر الأخرى.

## كلفة إعادة الاستخدام

توجد في المنطقة قيد الدرس فرص وتقنيات كافية تسمح باستخدام شامل للمياه المعالجة في المستقبل المنظور، ولكن المقياس الرئيسي لجدوى أي مشروع للمعالجة يبقى في سعر كلفته. وتعتمد كلفة المشروع على كمية المياه المتوفرة ونوعية المياه العادمة إضافة إلى نوعية المياه التي نرغب في الحصول عليها. ويلخص الجدول ١٠:٥ صفات عدد من مشاريع المعالجة في الولايات المتحدة إضافة إلى مشروع واحد في المنطقة قيد الدرس. ففي مناطق مثل فينيكس بولاية أريزونا وويتيير وسان كليمنت في كاليفورنيا ومنطقة دان في إسرائيل توجد مشاريع لا تتطلب إلا القليل من التكاليف لأن المياه التي تصلها جيدة النوعية نسبياً كما أن ناتجها يستخدم فقط لإعادة تعبئة المياه الجوفية، أما المشاريع ذات الكلفة العالية مثل المصنع ٢١ في جنوب كاليفورنيا وإلباسو في تكساس فتتميز بمتطلبات عالية للمعالجة إذ أن إنتاج المصنع ٢١ يجب أن يطابق مواصفات مياه الشرب بسبب استخدام المياه التي تضخ من حوضه لأغراض الشرب، وفي إلباسو تتعرض المياه العادمة للمعالجة من الدرجة الأولى والثانية قبل معالجتها بشكل متقدم لأن بعضها يستخدم في الري وفي إعادة تعبئة المياه الجوفية وللاستخدامات الصناعية أيضاً.

لذلك تتأثر تكاليف إعادة استخدام المياه العادمة بمعايير الصحة العامة والبيئة والتي تحدد الكمية الواجب معالجتها من هذه المياه قبل استعمالها. وحيثما تعتبر المقاييس عالية تصبح الكلفة التراكمية لإنتاج المياه المعالجة الملائمة للشرب، كلفة معقولة إلى حد ما.

وحيثما تخصص المياه السطحية والجوفية بالكامل، تكون المياه المعالجة مجدية اقتصادياً مقارنة مع المصادر البديلة بغض النظر عن درجة معالجتها. وتعتمد الجدوى الاقتصادية للمياه المعالجة عن تكلفة معالجتها إضافة إلى تكلفة بدائلها، ولهذا السبب يجب تقييم مسألة معالجة أية مياه تقييماً مستقلاً أي كل حالة بحالتها.

جدول ١٠: ٥ : تكلفة إعادة استخدام المياه المعالجة (أ)

| موقع المشروع | موعد بدء العمل | حجم المياه المعاد استخدامها م³/يوم | نوعية المياه المصدر | المعالجة في المشروع | نوعية الاستخدام | تكلفة الوحدة دولار/م³ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| فينيكس أريزونا | أعوام السبعينات | ٥٦,٨٠٠ | درجة ثانية | لا شيء | مياه جوفية | ٠,٠١ |
| ويتير، كاليفورنيا | ١٩٦٢ | ١٧٠,٠٠٠ | درجة ثانية | لا شيء | مياه جوفية | ٠,٠٢ |
| مشروع منطقة دان إسرائيل | ١٩٧٧ | ٣٢,٠٠٠ | مياه عادمة | برك للأكسدة ومعالجة درجة ثانية + معالجة الحوض الترابي | مياه جوفية | ٠,٠٣* |
| سان كليمنت، كليفورنيا | السبعينات | ٧,٦٠٠ | درجة ثانية | تصفية | مياه جوفية | ٠,٠٥ |
| هارلينغون، تكساس | ١٩٩٠ | ٧,٤٠٠ | درجة ثانية | تصفية، تناضح عكسي تطهير | صناعة | ٠,٣٧ |
| مصفاة شيفرون كاليفورنيا | ١٩٩٦ | ١٨,٦٠٠ | درجة ثانية | ترسيب كيماوي، تطهير تصفية | صناعة | ٠,٤٤ |
| العربية السعودية | مقترح | ٢٩٢,٠٠٠ | درجة ثانية | مختلف | ري + صناعة + مياه جوفية | ٠,٤٢-٠,١٨ |
| وادي فرانكلين كاليفورنيا | ١٩٩٦ | ١,٦٠٠ | درجة ثانية | تطهير كيميائي | ري | ٠,٤٦ |
| الحوض الغربي كاليفورنيا | ١٩٩٤ | ٢٣٦,٠٠٠ | درجة ثالثة | إزالة النترات، تصفية تناضح عكسي، تطهير | ري + صناعة مياه + جوفية | ٠,٥٧ |
| الباسو، تكساس | ١٩٨٥ | ٣٧,٩٠٠ | مياه عادمة | درجة أولى، ترسيب كيميائي تصفية، تطهير، كربنة جزيئية نشطة. | ري صناعة مياه جوفية | ٠,٧٦** |
| مصنع المياه ٢١ كاليفورنيا | ١٩٧٧ | ٥٦,٨٠٠ | درجة ثانية | تطهير، كربنة جزيئية نشطة، تناضح عكسي | مياه جوفية | ٠,٨٨ |

سعر الدولار ١٩٩٦. المصدر: جمعت من أسانو ١٩٨٥، ن. ر. سي ١٩٩٤، مقاطعة بلدية الخليج الشرقي، فليتو وآل ١٩٩٥ جريبيان ١٩٩٤. * كلفة تشغيلية فقط. ** كلفة رأسمالية فقط

ويلخص الجدول ٥:١١ تقييماً لمعالجة المياه العادمة مبنياً على المقاييس الخمسة التي وضعتها اللجنة. ويبين الجدول أن استخدام المياه المعالجة هو خيار جيد في المنطقة قيد الدرس وهو مثله مثل إعادة تدوير المياه المستصلحة يزيد من توفر المياه في المنطقة. وقد ثبت أن استصلاح المياه هو أمر مجدٍ تقنياً ليس فقط في المنطقة قيد الدرس ولكن في أمكنة كثيرة من العالم وتعتبر تأثيراته البيئية إيجابية بشكل عام لأنها تحسن من نوعية المياه وتوفر كميات أكبر من المياه من خلال إعادة استخدامها، وتختلف الجدوى الاقتصادية لاستصلاح المياه باختلاف نوعية المنتج والتقنية المستخدمة. ويعتبر الاستصلاح مجدٍ اقتصادياً في كثير من الحالات إذ توجد في المنطقة قيد الدرس فرص كبيرة لاستصلاح المياه، وأخيراً تعتبر عملية تحسين نوعية المياه والحفاظ عليها وإعادة تدويرها ممارسة مستدامة تؤدي إلى تعزيز نوعية المياه وكميتها للأجيال الحالية والأجيال المقبلة.

**جدول ٥:١١ : استصلاح المياه، المياه الحدّية والتحلية**

| مقياس اللجنة | استصلاح المياه | استصلاح المياه الحدّية | تحلية المياه المالحة | تحلية مياه البحر |
|---|---|---|---|---|
| انعكاساته على موارد المياه المتوفرة | + | + | + | + |
| الجدوى التقنية | + | + | + | + |
| انعكاساته على البيئة | + | +/− | + | +/− |
| الجدوى الاقتصادية | +/− | +/− | + | − |
| ضمانات بالنسبة للمساواة بين الأجيال | + | +/− | + | ؟ |

ملاحظة: + = إيجابي − = سلبي

## استخدام المياه الحدّية (ذات النوعية المتدنية)

من الممكن تحقيق توفير ملموس في كميات المياه العذبة باستخدام المياه الحدّية كبديل لها في بعض النشاطات التي تستخدم مياه الشرب والمياه الحدية هي تعبير نسبي، فالمياه العادمة مثلاً هي نوع خاص من المياه الحدّية أما المياه المسوس والمياه المالحة كمياه البحر مثلاً فيمكن استخدامها كبديل لبعض استخدامات المياه العادمة، وسوف يقتصر الحديث هنا على مياه المسوس التي تتسم باحتوائها على كمية من الكلورين تصل إلى أكثر من ٤٠٠ مغم/ لتر أو درجة توصيل كهربائي تتعدى ١,٥دس/ م كما سيقتصر الحديث على بعض أنواع المياه التي يمكن أن تتلوث ولكنها في الحالات العادية تقدم للمستهلكين كمياهٍ للشرب.

وأكثر استخدامات مياه المسوس شيوعاً هي في مجال ري المحاصيل التي تتحمل الملوحة ومعظم المياه المسوس الموجودة في المنطقة قيد الدرس يمكن استخدامها مباشرة في الري وبدون تحلية. هناك محاصيل مثل الفراولة والحمضيات وبعض الخضار ينخفض إنتاجها إذا رويت بمياه تزيد ملوحتها عن ١,٥ د س/م على الرغم من تحسن نوعية ثمارها بسبب احتوائها على نسبة مرتفعة من السكر، أما المحاصيل الأخرى مثل القطن والشعير فلا تتأثر بالملوحة حتى ولو وصلت درجة التوصيل الكهربائي فيها إلى ٨ دس/م أو أكثر (شلهفيت ١٩٩٤) وتقتصر النشاطات الزراعية التي تعتمد على المياه المسوس على ري أنواع المحاصيل التي تتحمل الملوحة على الرغم من عدم وجود الكثير من هذه الأنواع، كما يمكن تطبيق ممارسات مثل خلط المياه من أجل تقليل الملوحة أو غسل التربة من وقت لآخر أو استخدام الري بالتنقيط حين يكون الأمر عملياً أو استخدام هذه المياه في نهاية الموسم وتجنب الري بمياه المسوس في الطقس الحار. (شلهفيت ١٩٩٤).

وعلى الرغم من أن استخدام المياه المسوس في الري يسمح باستخدام مصادر المياه العذبة لأغراض أخرى إلا أنه يتضمن الكثير من السلبيات حتى ضمن الممارسات السليمة. فلو فرضنا وجود كفاءة ري بنسبة ٧٠-٨٠% فإن استخدام مياه ذات ملوحة ٢,٩ دس/ م يؤدي إلى تراكم الأملاح في التربة بدرجة ٤,٤ دس/ م

ضمن ظروف تربة مشبعة (إيرس ووستكوت ١٩٧٦) ولكن لحسن الحظ يوجد عدد من المحاصيل التي يمكنها تحمل مثل هذه الملوحة في التربة نذكر منها هنا القطن والشعير والقمح والذرة العلفية والشمندر والحمص والكوسى وعباد الشمس وذرة الصويا والنخيل وعدد كبير من الأعشاب.

وفي المناطق التي يزيد فيها معدل المطر عن ٤٠٠ مم/ سنوياً يتم غسل جزئي للأملاح ويصل تراكم الأملاح في التربة خلال الموسم التالي إلى ٣ دس/ م. ويمكن ضمن هذه الظروف ري محاصيل مثل البروكولي والبندورة والمليون والفستق بدون أثر يذكر على نسبة الإنتاج. ولكن غسل الأملاح من التربة يؤدي إلى زيادة كميتها في المياه الجوفية لذا فإن استخدام المياه المسوس في ري الحقول التي تقع فوق النطاق المائي للأحواض الصخرية مثل سواحل المتوسط وغور الأردن لا يعتبر مستداماً إلا إذا تم علاج مسألة تراكم الأملاح.

وقد أظهر تحليل أولي للمياه الجوفية المسوس والتي تصلح لري المحاصيل القادرة على تحمل الملوحة في غور الأردن أن في الإمكان ضخ ٧٠- ٩٠ م م٣/ سنوياً من أحواض الساحل الشرقي للبحر الميت بدون محاذير (ملفات سلطة المياه الأردنية). ويتوفر ما يقارب ٣٠٠ م م٣ من المياه المسوس غرب غور الأردن (جولد برغ ١٩٩٢) ينحدر ٦٥ م م٣ منها من الينابيع المالحة الواقعة على الشاطئ الغربي للبحر الميت مثل ينابيع الفشخة وطريابا ويتوفر ٤٠ م م٣ منها في ساحل غزة و ٢٠٠ م م٣ في كافة أنحاء إسرائيل.

ومع مرور الزمن سوف تزداد كميات المياه الحدِّية بسبب زحف المياه المالحة وتسرب المبيدات والأسمدة والمياه العادمة إلى أحواض المياه العذبة، وعلى سبيل المثال تتزايد كمية الكلورايد بمعدل ٢ مغم/ لتر سنوياً في الأحواض الساحلية لإسرائيل وقطاع غزة وإذ ذاك تصبح مشكلة مصادر المياه في الأحواض الساحلية مشكلة نوعية أكثر منها مشكلة كمية.

ويعتمد الاستخدام الطويل المدى لهذه الأحواض التي تنخفض نوعيتها مع الزمن على إيجاد استخدامات ملائمة للمياه الحدِّية ولا تتواجد المياه المسوس دائماً حيث يمكن استخدامها بشكل جيد إلا أنه يجب اعتبارها مصدراً ثميناً يمكن نقله لأماكن

أخرى. فعلى سبيل المثال هناك ثلاثة أنظمة توزيع منفصلة في صحراء النقب وهي الناقل القطري للمياه والذي ينقل مياهاً عذبة، ونظام شافدان الذي ينقل مياه عادمة معالجة وناقل آخر يأتي بالمياه المالحة من هضبة النقب ومن الواضح أن أي توسع في استخدام المياه المالحة يتطلب خططاً هندسية مشابهة في جميع أنحاء المنطقة قيد الدرس.

أما مصادر المياه الملوثة بالمواد غير العضوية أو بالمواد العضوية أحياناً فتمثل نوعاً خاصاً من المياه الحدّية، والمياه الملوثة لا تأتي من التلوث السطحي أو الجوفي فقط ولكنها تأتي من أنابيب توزيع مياه الشرب ففي المدن يحتاج نظام التوزيع إلى إصلاح فالأنابيب المهترئة تفسح المجال للتلوث عندما يتم إصلاح الأنابيب الرئيسة أو عندما يتسبب شح المياه في تخفيف ضغط نظام التوزيع كما أن تخزين المياه في البيوت وسطوح المنازل يخلق الفرص لتواجد الجراثيم المؤذية ولا يبدو عمليا أبداً أن تستثمر أموالاً كثيرة في إعادة تركيب نظام التوزيع. وهناك احتمال آخر هو معالجة المياه معالجة نهائية مباشرة قبل تجهيزها للاستعمال.

هناك الكثير من التقنيات التي تتنافس على معالجة المياه عند نقطة الاستخدام أو الحنفية وعند نقطة الدخول في المنزل وهذه التقنيات تتراوح من المخثرات (بذور مولينغا أوليفيرا وستريكنوس بوتاتوزيوم) (جوبتا وشودري ١٩٩٢) إلى أغشية التناضح العكسي (توبين ١٩٨٧) وتعتمد النتائج العملية على تكلفة وجدارة التقنية وقد يتطلب الأمر تقديم برنامج تثقيفي مسبق للمستهلك والمصنع والمؤسسة المالية المحلية. وفميا يلي عرض للتقنيات الخاصة المستخدمة ضمن أربع فئات (روزيل ١٩٨٧):

## ■ الفلاتر الادمصاصية:

وتعتمد هذه الفلاتر على الكربون المبرغل النشط (GAC) وتقوم بالتخفيف من الطعم واللون والكدر في الماء إضافة إلى بقايا الكلورين والرادون وعدد كبير من الملوثات العضوية، كما تعتمد فعالية هذه الفلاتر على براعة تصميمها، وهي أقل الطرق كلفة في معالجة المياه عند نقطة الاستخدام، ويوفر سطح الكربون فرصة لنمو الجراثيم في ظروف راكدة وقد تبين من نتيجة إحدى الأبحاث التي أجرتها منظمة حماية البيئة الأمريكية (FPA) على ١٨٠ منزلاً أن هذه الفلاتر لا تترك أية تأثيرات معوية أو جلدية على الإنسان.

## ■ التناضح العكسي:

تعتبر هذه الطريقة ذات تقنية عالية في التخفيف من الأملاح المذابة ويمكنها إزالة بعض المواد العضوية اعتماداً على نوع الغشاء. ويشمل نظام التناضح العكسي أولاً مصفاة للجزئيات الدقيقة يتبعها ثانياً فلتر كربوني ثم وحدة التناضح العكسي وخزان للمياه يحتوي على كيس مطاطي مضغوط يليه فلتر كربون مبرغل نشط وسدادة للمصرف. وتعمل وحدة التناضح العكسي على درجات مياه رئيسة فقط بين ٤٠- ٧٠ باوند/ إنش مربع (٢٧٦- ٤٨٣ كيلو بسكال) للمياه غير الحدية، بمجموع مواد صلبة مذابة تصل إلى ٢٠٠٠ مغ/لتر وتعطي ما يصل إلى ١ غم بالدقيقة (٦٣١, ٠/ث). وتعتمد فعالية العمل على نوع الغشاء المستخدم وهو عادة ما يحتوي على اسيتات السليولوز أو البولوميد.

## ■ التبادل الأيوني:

وقد استخدمت هذه الطريقة منذ سنين عديدة بهدف تخفيف الماء ويمكنها تخفيف الباريوم والراديوم والنترات والزرنيخ واليورانيوم.

## ■ التقطير:

وهي طريقة فعالة لصنع ماء خال من التلوث وتستخدم في بعض عمليات تعبئة الزجاجات ولكنها مكلفة جداً من ناحية الطاقة.

وتعتبر الصيانة ضرورية جداً لمثل هذه المعدات من أجل إبقائها في العمل بشكل صحيح ففلاتر الجزئيات الدقيقة يجب استبدالها قبل أن تُسَّد كما يجب استبدال الوسط الادمصاصي قبل أن يصبح مشبعاً بالملوثات. وتعتمد أوقات الاستبدال على درجة استخدام المياه وعلى أنواع الملوثات وتركيزها. وتعمل أغشية التناضح العكسي من مدة سنة إلى أربع سنوات قبل أن تبدء بالتدهور، أما وحدات التبادل الأيوني فيجب إعادة توليدها أو تبديلها من فترة لأخرى كما يجب تنظيف صفائح التقطير لتجنب تكون الغشاوة عليها.

والمعالجة عند نقطة دخول الماء هي صناعة رئيسية تزود مياه الشفة لملايين

المستهلكين الذين يقطنون في المناطق المعزولة والنائية وفي المزارع وفي المجتمعات التي تلوثت آبارها وهي طريقة تقنية مضمونة ومجدية اقتصادياً لتخفيف المواد العضوية وغير العضوية وتعتبر السيطرة على مثل هذه الأدوات ومراقبتها مفتاحاً رئيسياً في حماية الصحة العامة.

وقد أصدرت بعض الولايات الأمريكية قوانين تفرض وجود مؤسسات للمنفعة العامة تستخدم أجهزة لمعالجة الماء عند نقطة دخوله (بورك وستاسكو ١٩٨٧). وأصدرت ولاية نيويورك تشريعات تخولها حق إنشاء مناطق مائية تنفذ برامج المعالجة عند نقطة الدخول في حالات تلوث الآبار الخاصة وتم تطوير دليل إرشادي لضمان تركيب وعمل وصيانة هذه الأجهزة من قبل منظمات المناطق المائية حال تأسيسها وقد صممت هذه البرامج لضمان وصول مياه الشرب إلى ثلاثة ملايين شخص وبأسعار معقولة.

ومن الواضح أن هذه الأجهزة تستخدم لمصلحة القاطنين في المناطق النائية والمعزولة ولكن يمكن استخدامها بشكل واسع لرفع درجة نوعية مياه الشرب في المنطقة قيد الدرس وهي تشكل أكثر من بديل للمعالجة وتعتبر عناصر مرنة وموضوعاً دائماً في خدمة نظام تزويد المياه. ولكن يجب أخذها بعين الاعتبار ضمن سياق شامل لتزويد المياه وإعادة استخدامها. كما يجب إيلاء أهمية خاصة للهيكل المؤسسي الذي يدير ويقوم بصيانة هذه الأجهزة وصيانة نوعية مصادر مياهها وتقدير مدى حاجتها للمعالجة. إضافة إلى الحذر من احتمال تلوثها خلال نقلها للمستهلك، وفهم طبيعة الممارسات اللامركزية التي تنبع من مثل هذه الامتدادات المنتشرة لمنشآتها ووحدات صيانتها وتصنيفها. ويقدم جدول ٥:١١ ملخصاً تقييماً لاستخدام مثل هذه المياه الحدِّية. ويمكننا دفع مياه متدنية النوعية ولم تكن بذات فائدة في السابق إلى حيز الاستخدام من خلال تصميم موارد مياه مختلفة النوعية تلائم استخدامات معينة، وبذلك تزيد من كمية المياه المتوفرة.

وفي الكثير من الحالات يكون استخدام المياه الحدية مجدٍ تقنياً ولكن الانعكاسات البيئية لهذا الاستخدام تعتمد على نوعيته وموقعه فإعادة التدوير المتواصل لمياه الري مثلاً تؤدي إلى ظهور ملوحة عالية في التربة يتوجب إثرها

تصريف كميات كبيرة من المياه المالحة بواسطة صرف جوفي أو غيره. ويفضل استخدام المياه في الأماكن التي تتلائم فيها نوعيتها مع هدف استخدامها لكي تخفف من تكاليف المعالجة. وأخيراً يجب استخدام هذه المياه بطريقة مستدامة من أجل زيادة توفر المياه وحفظ نوعيتها وكميتها لتبقى متاحة أمام الأجيال القادمة للاستفادة منها.

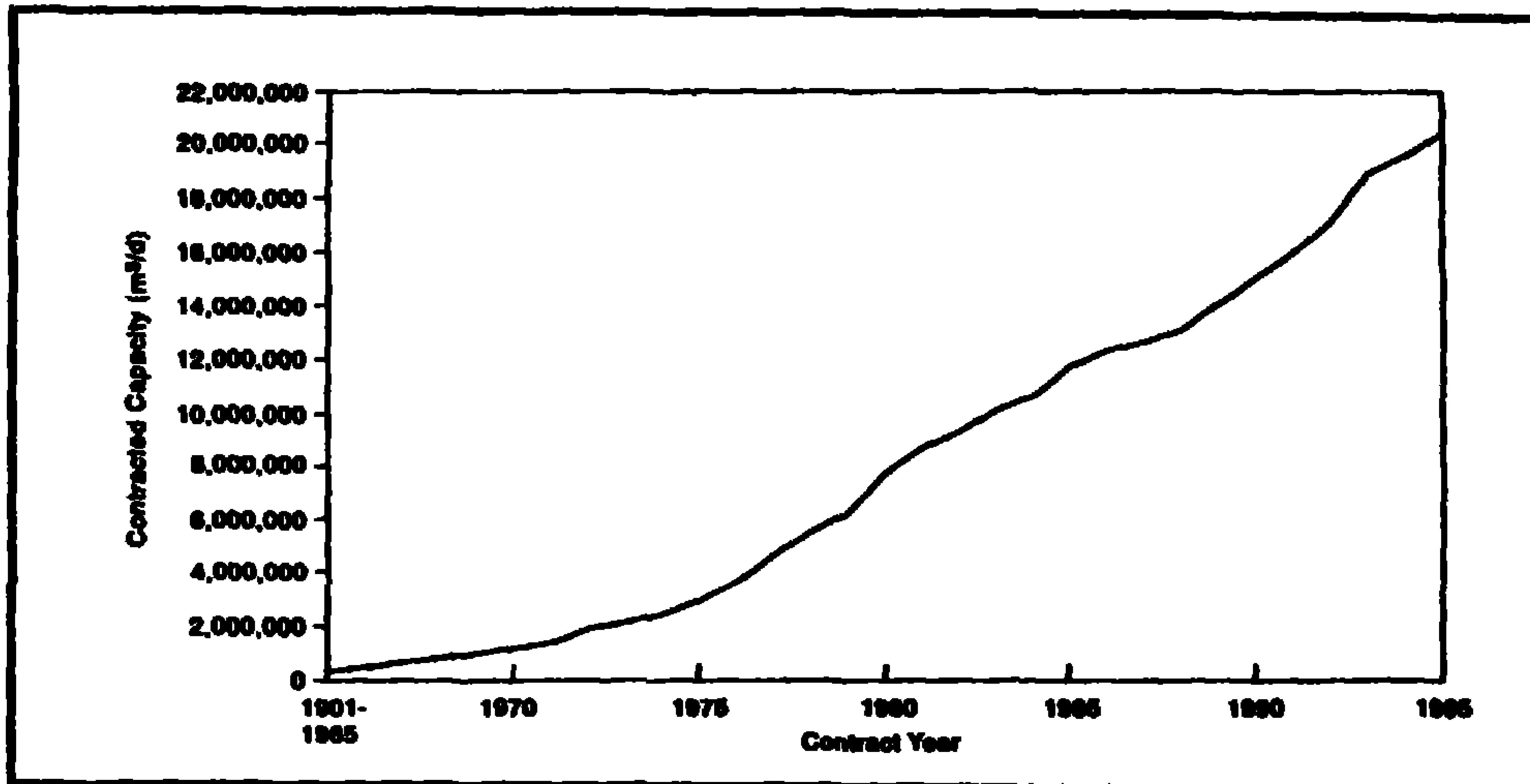
## تحلية المياه السوس

تقول المؤسسة العالمية للتحلية أنه مع حلول عام ١٩٩٥ كان هناك ما يقارب ١١,٠٦٦ وحدة تحلية تعمل في أنحاء العالم بسعة ٢٠,٣ م م$^{٣}$ يومياً (الصور ٥:٣ و ٥:٤). وقد تم جمع معلومات وافية حول التقنيات الملائمة للمنطقة قيد الدرس (نافذة ٥:٤ أو رباخ ١٩٨٨ وهوفمان ١٩٩٤) وتعمل في إسرائيل وقطاع غزة حالياً عدة محطات تحلية (جلوكستيرن ١٩٩١) ويدرس مثل هذا الأمر في الأردن (فطافطة وغيره ١٩٩٢) وقد تم استخدام هذه المحطات لتقييم تكاليف إقامة محطات تحلية واسعة المدى ودراسة التقنيات التي قد تستخدم فيها ويعتمد قرار إقامة مثل هذه المحطات الضخمة على الجدوى الاقتصادية وعلى النجاح الذي تحققه برامج أخرى لإدارة الطلب وزيادة العرض إذ أنه كلما ازدادت الوسائل الأخرى لمعالجة المياه كلما أصبح توفر المياه أقل كلفة وقد تصل الكميات المتوفرة من هذه المياه إلى أقصى مدى لها قبل أن يصبح دور محطات التحلية دوراً رئيساً في المنطقة وبناءً على تحليل فيشر وغيره عام ١٩٨٦ فإن التحلية في المنطقة لن تكون مجدية من ناحية الكلفة قبل حلول عام ٢٠٢٠ على الأقل. ويعتبر ربط التحلية بمشاريع مائية أخرى أحد طرق تخفيض كلفتها فمثلاً يمكن استبدال معالجة الدرجة الثانية والدرجة الثالثة للمياه بتحليتها بحيث تصبح الكلفة الصافية لهذه التحلية مساوية لكلفة المعالجة المتقدمة. وهذا التوجه يمكن أن يفسِّر التردد الشعبي في تقبُّل استخدام المياه المعالجة للشرب كما أن هذا التوجه يمكن أن يكون عملياً في حالة ازدياد توفر المياه المعالجة عن حاجة الري.

## صورة ٥،٣

### السعة المتراكمة لمحطات التحلية الأرضية التي يمكنها إنتاج ١٠٠ م م٣ أو أكثر من المياه العذبة يومياً على مدى السنة

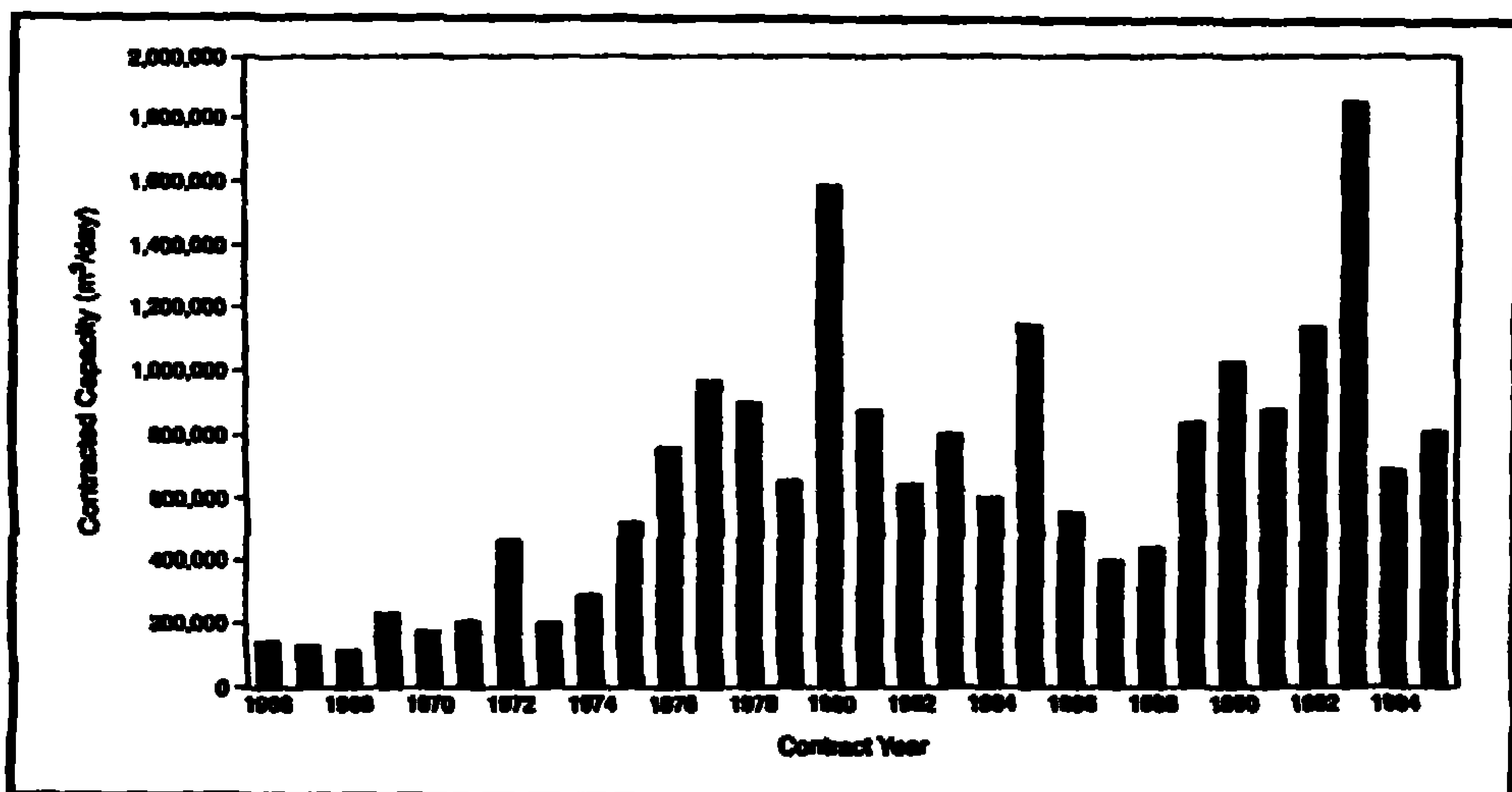
المصدر: دانغ نك للاستشارات GMBH




## صورة ٥،٤

### السعة المتراكمة لمحطات التحلية الأرضية التي تنتج ١٠٠ م م٣ أو أكثر من المياه العذبة بالسنة

المصدر: نفس المصدر السابق.



## نافذة ٤:٥
## الريف الهندي: تحلية المياه المسوس لاستخدامها في الشرب في المناطق النامية اقتصادياً

يتوجب على المناطق الجافة والساحلية للهند أن تتغلب على صعوبات عديدة في نوعية المياه إذا أرادت أن تطور مصادر لمياه الشرب، وهذه الصعوبات ناجمة عن ارتفاع مستويات الملوحة وتركيز النترات والجراثيم المسببة للأمراض، وفي بعض الحالات ارتفاع مستويات الديدان المعوية. وفي عام ١٩٨٠ تم تجهيز قوة عمل مؤلفة من ممثلين عن الحكومة والصناعة والمؤسسات الخاصة من أجل تطوير خطة عمل لتأمين مياه الشرب. وقد بنيت هذه الخطة على المبادئ التالية:

- يتوجب إقامة عدد من المحطات الصغيرة بدلاً من المحطات المركزية بسبب اتساع مدى انتشار القرى على مساحات كبيرة من الأرض.
- يجب إقامة محطات ذات سعات تتراوح من ١٠- ١٠٠ م$^3$ يومياً لتزويد القرى بمياه الشرب استناداً على طلب ١٠ لتر يومياً للشخص الواحد.
- يجب أن تمر المياه التي تحتوي على نسبة من المواد الصلبة تتعدى ٥٠٠٠ مغ/لتر بمعالجة عن طريق التصفية والتطهير والتناضح العكسي.
- يجب أن تلتزم المؤسسات التي اختيرت لتصميم وتنفيذ المحطات بما يلي:

١- العمل على صيانة وتشغيل المحطات لمدة ثلاث سنوات.

٢- استمرار تزويد مياه الشرب للقرى في حالة حصول أي خلل في المحطة.

٣- تدريب تقنين محليين لصيانة وتشغيل المحطات.

وقد اختيرت ١٢٠ قرية على طول الهند للمشاركة في هـذا البرنـامج وتم إحداث ١٨ محطة للفصل الكهربائي و ٢٩ محطة للتناضح العكسي وروعي في تصميم هذه المحطات، البساطة ما أمكن بسبب وقـوع هـذه القـرى في منـاطق نائية. وحيثما وجد الأمر اقتصادياً استخدمت مواد محلية في البناء كما تمّ وضع مولدات ديزل للطوارئ لتجنـب حـدوث خلـل في تزويـد الطاقـة إضـافة إلى تخزين قطع غيار المحطات البعيدة. وقد تم التخلص من المياه المالحة الخارجة من المحطات من خلال طرحها في المجمعات المائية المالحة حيثما أمكن، وقد انشئت لهذا السبب أيضاً برك تبخر وآبار حقن للمياه الجوفية.

وتمثل هذه الحالة كيف يمكن توظيف التقنية الملائمة لتزويد مياه الشـرب للتجمعات المنتشرة في أماكن بعيـدة وحيثمـا تـوفرت مصـادر للميـاه المالحـة. وتختلف تكاليف هذه المياه باختلاف مصادر المياه وسـعة محطـات المعالجـة وفي بعض الحالات شكلت مسـألة الـتخلص مـن الميـاه المالحـة مشـكلة واجهتهـا السلطات بإقامة برك تبخر فعالة في مناطق التبخر العالي. وينطوي نجاح مثـل هذه الخطة على مدى ملائمة التقنية للأوضاع المحلية وعلـى اسـتخدام المـواد المحلية في البناء وتوظيف مواطنين محليين لتشغيل وصيانة المحطات.

وتساهم تحلية المياه العادمة في تجنب ارتفاع ملوحة التربة والمياه كما يمكن للآبار الساحلية والبحرية أن تضخ المياه المالحة لأغراض تحليتها. وحيثمـا تسـمح الظـروف يمكن إقامة خط من الآبار الساحلية لإيجاد حوض مائي يثبّت تحـرك واجهـات الميـاه العذبة والمالحة في الحوض الساحلي مما يحمي المياه العذبة ويضـيف إلى فوائـد عمليـة التحلية. كما يجب الأخذ بعين الاعتبار الوقت الأساسي اللازم لتقيـيم مصـادر ميـاه المسوس أو المياه الحدّية ولتحديد الطرق المناسبة للتخلص من الميـاه المالحـة الخارجـة من العملية إضافة إلى تصميم وإنشاء محطات التحلية، لدى وضـع أيـة خطـة شـاملة للمياه. ويمكن للمشاريع الكبيرة أن تؤثر على البيئة مـن خـلال الـتخلص مـن نـاتج عملية التحلية من المياه المالحة أو من خلال تأثير المياه المالحة على مصادر المياه.

ويوجد الكثير من مصادر المياه الجوفية المسوس على طول المنطقة قيد الـدرس. وتعتبر هذه المياه جزء من أنظمة المياه الجوفية المعقدة مع وجود المياه العذبة في المناطق الضحلة أو في أعالي المنحدرات ووجود المياه المالحة في المنـاطق الأعمـق مـن أسـفل المنحدرات. ولا يمكن تطوير أنظمة هذه الميـاه المسـوس دون تـرك تـأثير علـى الميـاه العذبة أو مياه المسوس المجاورة على المدى الطويل. وتعتمد زيادة الملوحة أو نقصانها على مواقع هذه الآبار من نظام المياه الجوفية، فإذا زادت الملوحة تـزداد كلفـة عمليـة التحلية، وإذا نقصت فهذا يعني تفريغ جزء من المياه العذبة المجاورة، لـذلك لا يمكـن اعتبار مياه المسوس سلعة سـائبة أو مصـدر غـير محـدود بـل يجـب تقييمهـا لتحديـد إنتاجها وتغير ملوحتها مع الزمن وتأثير ضخها على مصادر المياه العذبة المجاورة.

هناك مصدر آخر لتحلية مياه المسوس وهو مياه الصرف الزراعية، وهـذه الميـاه تكوّن الجزء الأكبر العائد إلى مجرى نهر الأردن أسفل بحيرة طبريا. وقد اقـترح إنشـاء مشاريع على جانبي وادي الأردن لتجميع عوائد مياه البرك وإنشاء محطـة تحليـة غـير مكلفة نسبياً. ومثل هذا المشروع يمكن أن يساهم أيضاً في إعادة تأهيل الأنظمة البيئية لوادي الأردن إذا ما استمر وجود كميات كافية من المياه المحلاة: كمـا يجـب المحافظـة على مياه المسوس وعوائد مياه الصرف القليلة الملوحة مـن اجـل إعـادة اسـتخدامها مباشرة في الري.

وتتوفر طرق تقنية مختلفـة لتحليـة الميـاه المالحـة ومنهـا تقنيـة الـتقطير والفصـل الكهربائي والتناضح العكسي والبرك الشمسية. وفيمـا عـدا طريقـة الـتقطير تعتمـد تكلفة إنتاج المياه العذبة في التقنيات على نوعية مياه المصدر المالح أي فيما لو كانـت مياه مسوس أم مياه بحر، وفيما يلي شرحاً لهذه التقنيات الملائمة لمعالجة مياه السوس:

## ■ التقطير:

تعتبر تقنية التقطير من أقدم عمليات التحلية المعروفة في العالم ويتم مـن خلالـه غليٌ المياه المالحة بهدف تبخرُّها بحيث تبقى الأملاح الذائبـة غـير المتبخـرة في المحلـول وتتكثف المياه النظيفة في جهة واحدة عندما يتم تبريـد الميـاه وهـذه العمليـة المتعـددة المراحل تتكون من عدة مراحل مترابطة يحافظ فيها على ضـغط البخـار لتبقـى الميـاه

الداخلة على درجة غليان أقل من المياه الخارجة وتندفع المياه في عدة مراحل من الضغط الدائم الانخفاض. وتكمن فائدة هذا النظام في إمكانية تشغيله على درجة حرارة منخفضة نسبياً (٧٠ مئوية). أما الطريقة الثانية للتقطير فتسمى طريقة التأثير المتعدد الخطوات وتعتمد على استخدام غرف تبخر تتأثر بالحرارة من مصدر خارجي ويتم فيها تسخين المياه الداخلة والتي سبق وتم تبخرُّها بواسطة مصدر مائي ساخن. وتتميز هذه العملية باستخدام الحرارة بطريقة كفوءة جداً. إلا أن تقنية التقطير مكلفة جداً من ناحية الطاقة. وكلفة الطاقة هي مسألة حساسة جداً في إنتاج المياه ومع ذلك فالتكاليف لا تتأثر بنوعية المياه الداخلة لذا تبقى تكاليف تحلية مياه المسوس هي نفسها تكاليف تحلية مياه البحر. أما التقنيتان الأخريان وهما الفصل الكهربائي والتناضح العكسي فتعتبران أقل كلفة بالنسبة لتحلية مياه المسوس.

## ■ الفصل الكهربائي:

تعتمد طريقة الفصل الكهربائي على حركات مختارة للأيونات في المحلول وعلى استخدام أغشية نصف نفاذة. وعندما يمرر التيار الكهربائي تتجه الأيونات الإيجابية نحو القطب السالب والأيونات السالبة نحو القطب الموجب ويسمح الغشاء الموجود بتمرير الأيونات الموجبة ويمنع السالبة بينما يسمح غشاء آخر بتمرير السالبة ويمنع الموجبة وبذا يؤدي عمل هذين الغشائين إلى مجريين منفصلين للماء واحد مفرغ من الأملاح والثاني مليء بها.

ويميل العاملون في التحلية إلى استخدام طريقة الفصل الكهربائي للمياه التي يبلغ تركيز المواد الصلبة الذائبة فيها ٣٠٠٠مغ/ل أو أقل لأن استخدامها للطاقة ضمن هذا التركيز يقارن إيجابياً مع التقنيات الأخرى. ويبين الجدول ١٢:٥ خبرات عمليات وحدات الفصل الكهربائي لتحلية المياه المسوس في الولايات المتحدة وكندا. وتشير المعلومات في الجدول إلى أن تكاليف تحلية المياه تصبح عالية عندما تقارن بتكاليف معالجة المياه العادمة وتتأثر التكاليف بنوعية مصدر المياه على الرغم من أهمية تدريج محطة التحلية ونوعية التقنية الخاصة المستخدمة.

## ■ التناضح العكسي:

تنطوي عملية التناضح العكسي على ضغط هيدروليكي يعمل على إخراج المياه النقية من المياه المالحة من خلال غشاء نصف نفاذ (نافذة ٥:٥) وقد أثبتت التجارب أن عملية التناضح العكسي تصلح للمياه التي تحتوي على تركيز للمواد الصلبة الذائبة يتراوح بين ٣٠٠٠ و ٤٠,٠٠٠ مغ/ل إذا أنه يصبح أقل كلفة للطاقة ضمن هذه التركيزات من عملية الفصل الكهربائي. وعندما يصل التركيز إلى أكثر من ٤٠,٠٠٠ تصبح عملية التقطير (دفع الماء على مراحل) اكثر منافسة في مجال كلفة الطاقة (هيتمان ١٩٩٠) ويظهر الجدول ٥:١٣ تكاليف وسعات تسهيلات التناضح العكسي المستخدم حالياً لتحلية مياه المسوس في الولايات المتحدة. وتتراوح تكلفة استخدام تقنيات التناضح العكسي الحديثة من ٠,٢٨ دولار إلى دولار واحد للمتر المكعب وتقارن تكاليف التحلية بالتناضح العكسي إيجابياً مع تكاليف الفصل الكهربائي ومعالجة المياه العادمة عندما تتطلب هذه المياه معالجة متقدمة، وبشكل عام تقارن تكاليف تحلية مياه المسوس إيجابياً مع تكاليف تحلية مياه البحر عندما تتم بالتناضح العكسي.

### جدول ٥:١٢

### تكاليف تحلية المياه المسوس بواسطة الفصل الكهربائي

| موقع المشروع | تاريخ الدراسة | المياه الداخلة (المواد الصلبة الذائبة) مغ/ل | السعة م³/يوم | تكلفة الوحدة دولار/م³ |
|---|---|---|---|---|
| Yuma Proving Grounds أريزونا | ١٩٨٦ | ١,٨٠٠ | ٧٦٠ | ٣,١٢ |
| محطة تنقية جرانبوري تكساس | ١٩٨٥ | ١,٦٢٥ | ٤٩٠ | ٢,٣٣ |
| سلطة سد برازوس تكساس | ١٩٨٩ | ٣٢١ | ١٠,٩٨٠ | ١,٢٤ |

يتبع ←

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| محطة تنقية ميلفيل كندا | ١٩٩٠ | ١,٩٠٠ | ١,٨٩٠ | ٠,٨٨ |
| سد فوس أوكلاهوما | ١٩٧٤ | ١,٠٠٠ | ٥,٣٠٠ | ٠,٥٨ |
| سد روبرت هاونس فيرجينيا | ١٩٩٠ | ٧,٥٧٠ | ٦٩٠ | ٠,٥٠ |

ملاحظة: جميع الأسعار بدولار عام ١٩٩٦، والمواد الصلبة الذائبة في المياه المنتجة هي أقل من ٦٠٠ مغ/ل، تحسب تكاليف التشغيل والصيانة على سعر الكهرباء: ٠,٠٤ دولار لكل كيلووات. كلفة الوحدة محسوبة على أساس الدين المستهلك لعشرين سنة وسعر الفائدة ١٠٪.

المصدر: المؤسسة الوطنية لتحسين موارد المياه ١٩٩٢ مؤسسة تحلية المياه الأمريكية ١٩٨٢.

وكما يظهر من الجدول ٥:١٢ فإن عملية تحلية مياه المسوس تعتبر بديلاً جيداً لزيادة توفر المياه في المنطقة والتحلية مجدية تقنياً وليس لها أية تأثيرات سلبية على البيئة. وتعتمد جدواها الاقتصادية على نوعية المياه الداخلة والتقنية المستخدمة والجدوى الاقتصادية للبدائل الأخرى. ومن خلال توفيرها للمياه الموجودة حالياً وتحسين نوعيتها تعطي عملية التحلية نتائج إيجابية نسبياً للجيل الحاضر وللأجيال المقبلة.

## جدول ٥:١٣
## تكلفة تحلية مياه المسوس بواسطة التناضح العكسي

| موقع المشروع | تاريخ الدراسة | السعة م$^3$/يوم | تكلفة الوحدة دولار/م$^3$ |
|---|---|---|---|
| مصنع المياه ٢١ كاليفورنيا | ١٩٧٧ | ١٨,٦٧٠ | ٠,٢٨ |
| أوشن سايد كاليفورنيا | ١٩٩٤ | ٧,٥٧٠ | ٠,٤٣ |
| محطة تحلية ارلينغتون/كاليفورنيا | ١٩٩٠ | ١٥,١٤٠ | ٠,٤٨ |

يتبع ←

| | | | |
|---|---|---|---|
| كيب كورال/فلوريا | ١٩٧٦ | ٢٨,٢٥٠ | ٠,٤٨ |
| برايتون- كولورادو | ١٩٩٣ | ١٠,٩٥ | ٥,٥ |
| محطة تنقية ساوث ايلينوي - ايلينوي- | ١٩٨٩ | ٥,١٣٠ | ٠,٦٢ |
| ساراسوتا - فلوريدا | ١٩٨٢ | ١١,٤١٠ | ٠,٨٣ |
| جزر كاسباريللا/فلوريدا | ١٩٩٠ | ١,٢٠٠ | ٠,٩١ |
| ديركاونتي/كالورلينا الشمالية | ١٩٨٩ | ٥,٩٢٠ | ١,٠٥ |
| نورث بيتش/فلوريدا | ١٩٨٥ | ١,١٤٠ | ١,٠٦ |
| جوبيتر/فلوريدا | ١٩٩٠ | ٧,٧٨٠ | ١,٠٩ |
| مزارع سانت توماس للأبقار (جزر فيرجن) | ١٩٨٠ | ٥٧ | ٢,٦١ |
| تسهيلات ساوث باي/فلوريدا | ١٩٨٠ | ٤٧٢ | ٢,٩٩ |
| مقاطعة أوكاروك الصحية كارولينا الشمالية | ١٩٧٧ | ٣٩٥ | ٣,٦٧ |

ملاحظة: جميع التكاليف على أساس دولار ١٩٩٦، المواد الصلبة الذائبة من المياه الداخلة ما بين ١٠٠٠و ٥٠٠٠ مغ/ للتر، المواد الصلبة في المياه المنتجة تتراوح من ٢٥-٤٠٠مغ/ ل. تكاليف التشغيل والصيانة على حساب تكلفة الوحدة الكهربائية ٠,٠٤ دولار/ للكيلوات. والتكاليف محسوبة على أساس استهلاك الدين لمدة ٢٠ سنة للمصاريف الرأسمالية وحساب فائدة ١٠٪.

المصدر: سيفال وغيره ١٩٩٥، كوبكو وغيره ١٩٩٥، المؤسسة الوطنية لتحسين موارد المياه ١٩٩٢، زيمبورسكي ١٩٩٥.

## تحلية مياه البحر

تعتبر تحلية مياه البحر عملية باهظة التكاليف، بكلف متصاعدة تقارب دولار واحد للمتر المكعب وتعتبر هذه التكاليف عالية جداً مقابل تكاليف الحد الأعلى

لإيجاد موارد إضافية للمياه في الشرق الأوسط وسائر المناطق التي لها واجهة على البحر، وعلى حد علمنا فإن تحلية مياه البحر يمكنها أن تزود المنطقة قيد الدرس بكافة متطلباتها من المياه الإضافية اللازمة بدون ترك أية تأثيرات سلبية سوى التخلص من المياه المالحة التي تخرج منها. إلا أنه يجب أن يلاحظ هنا أن التكاليف المذكورة محدودة فقط بحدود منطقة التحلية ويجب إضافة تكاليف النقل والضخ والتشغيل والصيانة إذا أردنا حساب التكاليف المتبقية.

ولأن معظم محطات التحلية يجب أن تكون على مستوى سطح البحر فإن عملية الضخ تصبح أعلى كلفة وأكثر تأثيراً بالنسبة لعائدات الكلفة في المناطق المجاورة للساحل، كما تصبح عوائد تكاليف تحلية مياه البحر أكثر إيجابية في الأراضي الداخلية عندما تكون بديلاً للمياه العذبة التي يمكن تخصيصها للاستخدام في أماكن أخرى.

وعند مقارنة الكلفة نجد أنه حيثما تتوفر المياه العادمة للاستصلاح أو تتوفر كميات كبيرة من المياه المسوس فإن كلفة تحلية ومعالجة هذه المياه تصبح أقل من كلفة الاستثمار في تحلية مياه البحر.

## ■ التقطير:

لا تستخدم تقنية التقطير إلا في حالة عدم وجود مصدر بديل للمياه وتوُّفر الطاقة بكميات كبيرة، وذلك بسبب كلفتها العالية.

## ■ التناضح العكسي:

تم في العقد الأخير تبني مشاريع لتحلية مياه البحر أقل كلفة من عملية التقطير. ويورد الجدول ١٤:٥ معلومات عن كلفة وسعة عدة مشاريع مختارة لتحلية مياه البحر بطريقة التناضح العكسي في مختلف أنحاء العالم. وباستثناء جزيرة سانتا كاتالينا في ولاية كاليفورنيا حيث يعزى ارتفاع الكلفة إلى صغر حجم المحطة وغياب اقتصاديات الجملة فإن التكاليف تتراوح بين ٠,٩٠ دولار إلى ١,٣٥. ويظهر لنا هنا أن التناضح العكسي أقل كلفة من التقطير إلا أنه مع ذلك ما زال يعتبر مكلفاً جداً.

## جدول ١٤:٥

## تكلفة تحلية مياه البحر بواسطة التناضح العكسي

| موقع المشروع | تاريخ الدراسة | السعة م³/يوم | تكلفة الوحدة دولار/م³ |
|---|---|---|---|
| جزيرة سانتا كاتالينا/كاليفورنيا (١) | ١٩٩١ | ٣٨٠ | ٣,١٧ |
| تيجنة/ مالطا (٢) | ١٩٨٧ | ١٥,١٤٠ | ٠,٩٢ |
| لاس بالموس/ جزر الكناري (٢) | ١٩٨٩ | ٣٥,٩٥٨ | ١,٣٥ |
| مشروع شحن الطاقة روزاريتا/ المكسيك (٢) | مقترح | ٣٧,٨٥١ | ١,٢٤ |
| مشروع جدة للرحلة الأولى/العربية السعودية (٣) | ١٩٨٩ | ٥٦,٧٧٧ | ٠,٩٥ |

ملاحظة: جميع الحسابات على أساس دولار ١٩٩٦ المواد الصلبة الذائبة في مصدر المياه من ٣٦٠٠٠ إلى ٤٧٠٠٠ مغ/ل، المواد الصلبة الذائبة في المياه المنتجة ٥٠٠ مغ/ل. تكاليف الصيانة والتشغيل عُوِّلت على أساس سعر الوحدة الكهربائية ٠,٠٤ دولار/ للكيلووات. تكلفة الوحدة محسوبة على استهلاك ٢٠ سنة للتكاليف الرأسمالية وفائدة ١٠٪.

(١): عدّلت من مؤسسة تحسين مصادر المياه، ١٩٩٢.

(٢): عدلت من ليتز، ١٩٩١.

(٣): عدلت من كمال ١٩٩٥.

### ■ البرك الشمسية المخفضة للملوحة:

اقترح عدد من الباحثين إنشاء البرك الشمسية كبديل لتحلية مياه البحر. وتكمن الفائدة النظرية وراء هذه التقنية في حقيقة أن الطاقة المتولدة من هذه البرك يمكن استخدامها كمصدر لعمليات التحلية. وتُبنى هذه البرك بطريقة تزداد معها الملوحة كلما تعمقت أكثر مع وجود طبقة سطحية قليلة الكثافة وقليلة الملوحة على سطح طبقة أخرى شديدة الكثافة وكثيرة الملوحة، وبين الطبقتين تجد طبقة متوسطة الملوحة تعمل على عزل الطبقتين عن بعضها البعض. والطبقة السفلى تلتقط الحرارة

الشمسية على شكل مياه ساخنة وتمنع الكثافة العالية للأملاح فيها خروج الحرارة إلى الأعلى، لذلك فهي لا تفقد حرارتها إلى الجو وقد تصل الحرارة فيها إلى ما فوق ٨٠ درجة مئوية. وتستخدم هذه الحرارة المحشورة في المنطقة السفلية مباشرة لتسخين المياه المالحة وتقطيرها أو غير مباشرة لتوليد طاقة كهربائية تقوم بتشغيل أجهزة التحلية. وقد اقترح عدد كبير من الباحثين ربط عملية البرك الشمسية مع عملية التقطير على درجة حرارة ٧٠ْ مئوية وبذا تسخن المياه الداخلة إلى وحدة التقطير من قبل المياه في القاع السفلي للبركة الشمسية وتشمل الفوائد الناتجة عن هذه العملية استخدام طاقة أقل إضافة إلى نسبة تلوث أقل.

## نافذة ٥:٥
## تحلية المياه الجوفية المسوس في جنوب كاليفورنيا

يشكل التزايد السكاني في جنوب كاليفورنيا ضغطاً على مصادر المياه في المنطقة وقد بلغت نسبة المياه المستوردة ٧٥% من المياه المتوفرة هناك، كما يكتنف الشك ظهور إمكانيات لتطوير مصادر بديلة من المياه المستوردة لخدمة هذا النمو السكاني، وتزداد المنافسة على المياه لخدمة أهداف بيئية محددة وسط تكاليف باهظة لتوريد مياه إضافية تصل إلى ٠,٦٠دولار للمتر المكعب وربما أكثر من ذلك بكثير في بعض المناطق، لذا فقد تحول عدد من المورِّدين المحليين في منطقة جنوب كاليفورنيا إلى المياه الجوفية المسوس كمصدر بديل. وتتراوح كلفة تحلية مياه المسوس باستخدام التناضح العكسي ما بين ٠,٢٨ إلى ٠,٤٥ دولار للمتر المكعب وهي بذلك تقارن إيجابياً مع تكلفة استيراد مياه جديدة. وتوجد حالياً ثلاثة مشاريع قائمة ومشروع آخر ما يزال قيد الاقتراح، وهذه المشاريع تبين مدى الاختلاف في نوعية مصادر المياه واستخداماتها.

### مشروع تحلية حوض ارلنغتون

يقع حوض ارلنغتون مسافة ٨٠ كيلو متر إلى الشرق من مركز مدينة لوس أنجليس ويحتوي على ٣٧٠ م م$^3$ من المياه الجوفية التي تدنت نوعيتها

نتيجة تسرب المواد الكيماوية الزراعية إليها والتي كانت قد استخدمت في الحقول على مدى السنين السابقة. وعلى الرغم من أن كمية المواد الصلبة الذائبة فيها لا تتعدى ١١٠٠ مغ/لتر فقط إلا أن تركيزات النترات والنتروجين فيها تتعدى الكمية المسموح بها. كما يوجد فيها بقايا عضوية ذائبة من المبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب وفي عام ١٩٩٠ تم تشغيل نظام ضخ ومعالجة يستخدم التناضح العكسي والكربون المنشط وانتج المشروع ٢٢,٧٠٠ م٣ يومياً من المياه الصالحة للشرب والتي تخلط بنسبة ثلثين من مياه التناضح العكسي وثلث من المياه المعالجة بالكربون المنشط. وتبلغ تكلفة المياه ٠,٢٨ دولار للمتر المكعب مما يجعلها أفضل من أية مصادر بديلة لمياه الشرب من ناحية التكلفة.

## مشروع تحلية الحوض الغربي

يقع هذا الحوض مباشرة جنوب وغرب مدينة لوس أنجليس وقد تعرض تاريخياً لضخ جائر أدى في النهاية إلى تسرب مياه البحر إليه. وفي أوائل الستينات قامت مؤسسة محلّية للمياه بمساعدة بلدية ناحية الحوض الغربي المائية بحقن نوعية جيدة من المياه في الحوض لإيجاد حاجز عازل عن مياه البحر. وعلى الرغم من نجاح هذا المشروع في إيقاف تسرب مياه البحر إلا أن بعض المياه بقيت عالقة داخل الحاجز وشكلت خطراً متواصلاً على نوعية المياه الجوفية التي وصلت المواد الصلبة الذائبة فيها إلى ٤٠٠٠ مغ/ل. وفي عام ١٩٩٣ قامت بلدية ناحية الحوض الغربي المائية بتشغيل محطة تناضح عكسي لمعالجة المياه الجوفية العالقة داخل الحاجز بسعة ٥٥٠٠ م٣ يومياً، وتقدم هذه المحطة المياه الصالحة للشرب إلى مدينة تورانسي بكلفة ٠,٤٢ دولار للمتر المكعب.

## محطة تحلية حوض سان لوي ري

تقع مدينة أوشن سايد في منتصف الطريق بين لوس أنجليس وسان دييغو وتعتمد على مورد مائي محلي للاستخدامات المنزلية يزودها بالماء من خلال

نظام متتشر بشكل يجعله عرضة للزلازل والجفاف. ولا يوجد للمدينة أي مورد بديل للمياه وحتى قدرتها التخزينية للماء لا تتعدى كفاية يومين من الطلب. أما حوض سان لوي ري المجاور لمدينة أوشن سايد فهو حوض مالح تصل نسبة المواد الصلبة المذابة فيه إلى ١٤٠٠ مغ/ل. وفي عام ١٩٩٤ قامت بلدية المدينة بتشغيل محطة تناضح عكسي بسعة ٥,٥٧٠ م$^{3}$/ اليوم لتحلية مياه الحوض لأغراض الشرب وبلغت تكلفة المياه ٠,٣١ دولار للمتر المكعب وهو رقم أقل من نصف تكلفة استيراد مياه من الخارج. وتحتوي المياه المنتجة على ١٠ مغ/ل من المواد الصلبة الذائبة وتتطابق مع جميع القياسات النوعية المطلوبة في مياه الشرب. ويزود المشروع المدينة بمياه إضافية ويقدم لها حماية كافية ضد الجفاف وضد أي خلل في نظام النقل.

## محطة تحلية فرنسيس

تعرف مدينة أورانج كاونتي الواقعة على الحد الجنوبي لمدينة لوس أنجليس الكبرى تاريخياً بندرة المياه وقد قامت في مواجهة ذلك بتطوير عدة وسائل لتزويدها بالمياه، ويدعى أحد هذه الوسائل المحلية مشروع إرفين رانش الذي يزود منازل المنطقة بمياه الشرب وبالمياه المدوَّرة للاستخدامات المنزلية من خلال نظامي نقل منفصلين تم إنشائهما ضمن خطة شاملة للتطوير. وقد استمرت المنطقة المحيطة بمشروع ارفين رانش بالنمو مما تسبب في ارتفاع الحاجة إلى المياه. وتبلغ ملوحة المياه الجوفية التي تقع عليها المنطقة ٨٧٠ مغ/لتر من المواد الصلبة الذائبة. وقد قامت البلدية بدراسة عدة تقنيات لتحلية هذه المياه بما فيها الفصل الكهربائي والتصفية والتناضح العكسي والتبادل الأيوني. ووجدت أن التناضح العكسي هو الأفضل فاقترحت إنشاء محطة تحلية بسعة ٣٧١٠٠م$^{3}$/ يومياً. وتعتبر هذه المحطة من اكبر المحطات في الولايات المتحدة وستقوم بتزويد كافة أرجاء المنطقة بمياه الشرب بكلفة ٠,٤٠ -٠,٤٧ دولار للمتر المكعب وهي كلفة أقل من كلفة المصادر البديلة الأخرى.

ومثل هذه التقنية تلائم البيئات الجافة ذات الموارد المائية المحدودة، كما يمكن استخدام البرك الشمسية لتوليد الكهرباء اللازمة لتشغيل محطات التناضح العكسي إلا أن هناك الكثير من عدم الفعالية في إنتاج الكهرباء مقارنة باستخدام المياه الساخنة مباشرة من البرك. وحالياً لا يوجد مشاريع تحلية كبيرة تعتمد على البرك الشمسية ولكن تم تنفيذ عدد من الدراسات الرائدة ووضعت بعض البرك تحت الاستخدام لتوليد الكهرباء. ومنذ أوائل الثمانينات قامت إسرائيل بتشغيل عدة برك شمسية لتوليد الطاقة وصل إنتاج بعضها إلى ١٥٠ كيلو وات وتعتبر البرك الموجودة في وادي عربة بمساحة سطحية تبلغ ٢٥٠,٠٠٠ م٢ مصدراً حرارياً رئيساً لمحطة كهرباء تعمل بطاقة ٥ ميغاوات. ويظهر الجدول ٥:١٥ معلومات عن الكلفة المقترحة لهذه البرك الشمسية المرتبطة بنظام تقطير متعدد التأثير. وتظهر هذه المعلومات أن تحلية مياه البحر باستخدام البرك الشمسية قد يكون منافساً في بعض الأحيان حيث ترتفع كلفة الطاقة أو تكون كمية الطاقة محدودة ولا تبتعد تكاليفها عن تكاليف التناضح العكسي المستخدم في تحلية مياه البحر والتي تراوح كلفة الكليوواط فيها من ٠,٠٤ دولار إلى ٠,٠٨ دولار.

ويلخص الجدول ٥:١١ تقييم عملية تحلية مياه البحر ويوضح تماماً أن المشاريع الكبيرة للتحلية قد تضيف كميات وافرة من المياه إلى المنطقة قيد الدرس، كما أن استخدام التقطير وتقنية الأغشية في تحلية مياه البحر يُعتبر مُجدياً اقتصادياً ويقتصر تأثيره البيئي على التخلص من المياه المالحة الناتجة عن التحلية. وهذه الأخيرة هي التي تحدد مدى سلبية العملية أو إيجابيتها على البيئة.

واليوم يقتصر نجاح عمليات التحلية على المناطق التي تندر فيها مصادر المياه. وسوف تبقى الظروف الاقتصادية تعمل ضد التحلية لفترة مستقبلية قريبة. ولا يوجد أي وضوح في الصورة المستقبلية لعمليات التحلية على نطاق واسع ولكن من المؤكد أن تطوير تقنية مجدية اقتصادياً يمكن أن يعتبر أمراً إيجابياً بالنسبة للأجيال المقبلة ومع ذلك فإن الغموض يكتنف الجدوى الاقتصادية لهذه التقنيات إضافة إلى التأثيرات البيئية مما يجعل من الصعب تقييم تأثيراتها على الأجيال الحالية والأجيال القادمة.

## جدول ١٥:٥
## تكلفة تحلية مياه البحر باستخدام تقنيات البرك الشمسية والتقطير

| المرجع | مساحة البركة (١٠٠٠ م²) | الانتاج (م³/يوم) | تكلفة الوحدة (دولار/م³) |
|---|---|---|---|
| دورنون وغيره ١٩٩١ | ٦٠٠ | ٩٠٠٠ | ١,١٣ |
| جلوكشتين ١٩٩٥ | ١,٢٠٠ | ٢٠,٠٠٠ | ٠,٨٩ |
| جلوكشتين ١٩٩٥ | ١٢,٠٠٠ | ٢٠٠,٠٠٠ | ٠,٧١ |
| تسيلينجيرسي ١٩٩٥ | ٣٥,٠٠٠ | ١٠٠,٠٠٠ | ٢,٠٠ |

## استمطار الغيوم

لسنوات عديدة خلت، حاول الإنسان تعديل المناخ لزيادة مصادر المياه. وقد اكتشف في أواخر الأربعينات وجود إمكانية لتحويل قطرات المياه في الغيوم الشديدة البرودة إلى بلورات ثلجية من خلال إدخال عنصر مبرِّد مثل الثلج الجاف أو مادة ايودايد الفضة الصناعية. وقد أدى هذا الاكتشاف إلى ظهور فكرة استمطار الغيوم. ومع أن هذه المسألة قد دُرست في المنطقة قيد الدرس خلال عقد الستينات إلا أن تأثيراتها بقيت عرضة للجدل، إضافة إلى ذلك فإن أي زيادة في هطول الأمطار لا تعني بالضرورة زيادة في كمية الماء المتوفرة. وقد تضاءلت تدريجياً أجواء التفاؤل بمثل هذه الطريقة نتيجة لتعقيدات فيزيائيات الجو (برويتنجس ١٩٩٢).

ومن عام ١٩٦١ حتى عام ١٩٧٥ أجريت تجربتين لاستمطار الغيوم في شمال ووسط إسرائيل باستخدام تصميم متقاطع ومزدوج الأهداف ونتج عن التجربة الأولى زيادة في الأمطار بنسبة ١٥% والثانية ١٣% في شمال إسرائيل وكانت نتائج التجربتين ملموسة إحصائياً على مستويات نسبية عالية (نيرل وروزنفيلد ١٩٩٥). ومنذ عام ١٩٧٥ استخدمت طريقة الاستمطار في الشمال وقدرت كميات المطر التي ازدادت ما بين الأعوام ١٩٧٦ و ١٩٩٠ بنسبة ٦%. أما البرنامج الأردني

للاستمطار فقد حقق زيادة مقدارها ١٩% (طهبوب ١٩٩٢) ولكن حتى مع هذا النجاح الظاهري الذي حققته هذه الاستراتيجية فلم يكن هناك زيادة ملموسة في جريان الماء رغم حصول زيادة في هطول الأمطار.

وقد ظل الاستمطار في جنوب إسرائيل ضمن حدود التجارب فقط ولم تدل التحاليل التي أُجريت على حدوث أية زيادة في الأمطار (روزن فيلد وفاربشتاين)، (براون وغيره ١٩٩٦) ولربما كان السبب هنا غبار الصحراء القادم من الجزيرة العربية والذي يتسبب في زيادة الجزئيات في الجو ويقلل من تأثير الاستمطار.

كما دلّت التحاليل الإحصائية الحديثة التي أجراها رانجنو وهوبس عام ١٩٩٥ أن تجارب الاستمطار قد تخللها الكثير من الأخطاء الإحصائية وان نتيجة التجربتين اللتين أجريتا في شمال إسرائيل لم تُظهر أية زيادة ملموسة في كميات الأمطار ولربما أدت في بعض الأحيان إلى تراجعها. وقد استنتجت المنظمة العالمية لعلوم المناخ في بيان لها حول حالة التغير المناخي ما يلي: إذا استطاع المرء أن يحدد بدقة كميات الأمطار الناتجة عن نظام الغيوم فإنه يستطيع بسهولة أن يحدد مدى تأثير الاستمطار الصناعي على هذا النظام. ولكن التوقعات التي رافقت الاستمطار ظلت في حدود التغييرات الطبيعية وحدود قدرتها على التنبؤ بتصرفات الطبيعة والتي ما زالت قدرة محدودة حتى الآن ( WMO ١٩٩٢).

ومنذ بداية المحاولة كان هناك اهتماماً عالمياً بالنتائج الاجتماعية والبيئية لعمليات الاستمطار والتكاليف والفوائد التي ستتأتى من هذه التقنية ففي العام ١٩٧٩ وضعت منظمة المناخ العالمية بالاشتراك مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة مسودة إرشادات عامة للدول تتعلق بتعديل الجو، ولكن هذه الإرشادات بقيت ضمن حدود مسودتها ولم تكتمل. وقد دعت هذه الإرشادات إلى التداول والتشاور بين الدول المحتمل أن تتأثر من عملية الاستمطار حول تقييم الآثار البيئية التي يمكن أن تخلفها هذه العملية. وفي أعوام الستينات والسبعينات رُفعت أكثر من ١٢ قضية حول هذا الموضوع في الولايات المتحدة وتطلب الأمر القيام بأبحاث أخرى لتوضيح أثر الاستمطار على كمية المطر. أما اليوم فما يزال الشك يكتنف حقيقة أن يتمكن

الاستمطار من تحقيق زيادة في وفرة المياه في المنطقة قيد الدرس كما يتطلب الأمر تعاوناً إقليمياً لضمان إدراك جميع الشكوك العلمية التي تدور حول هذه التقنية وتأثيراتها. كذلك يجب أيضاً مراقبة أية تأثيرات محتملة خارج المنطقة قيد الدرس.

ويظهر الجدول ٥:١٦ تقييماً للاستمطار، مبنياً على المقاييس الخمسة للجنة. وكما بينا سابقاً فإن تأثيرات الاستمطار على وفرة المياه في المنطقة قيد الدرس ما تزال غير واضحة تماماً ويبدو أن هذه التقنية لن تقدم شيئاً ملموساً حول مسألة توفير المزيد من المياه، إضافة إلى ذلك فإن القليل ما زال يعرف عن الجدوى الاقتصادية والتقنية لهذه الطريقة ولتأثيراتها البيئية حالياً ومستقبلاً على الأجيال القادمة.

## نقل المياه داخل المنطقة قيد الدرس

يستخدم نقل المياه في تحويل الفوائض المائية من جزء من النظام المائي إلى جزء آخر بحاجة إلى مياه إضافية وهناك العديد من مشاريع النقل في المنطقة قيد الدرس إضافة إلى أخرى ما تزال تحت الدراسة في المستقبل، ففي إسرائيل يحول الناقل القطري ٤٥٠م م$^{٣}$/ سنوياً من شمال البلاد إلى جنوبها مستخدماً بحيرة طبريا كمركز للتخزين وفي الأردن تبلغ سعة قناة الملك عبد الله ٦٠٠ م م$^{٣}$ سنوياً في الشمال لتنخفض إلى ١٨٠ م م$^{٣}$ في الجنوب بمعدل جريان سنوي يبلغ ١٤٠- ١٦٠ م م$^{٣}$ سنوياً وتقوم هذه القناة بنقل المياه من نهر اليرموك لري غور الأردن الشمالي وتزود مشروع دير علا (المؤلف من خط أنابيب ومحطة معالجة ومحطات ضخ) بمعدل ٣٥ م م$^{٣}$ من المياه التي تنقل إلى عمان لغايات الشرب.

وقد طرحت عدة اقتراحات لنقل مياه البحر إلى المنطقة قيد الدرس وهي اقتراحات مكلفة ومعقدة ومع ذلك فإن مشروع وصل البحر الميت بالبحر الأبيض المتوسط أو البحر الأحمر بواسطة القنوات والأنابيب سوف يؤدي إلى عكس اتجاه انخفاض مناسيب المياه الذي يعاني منه البحر الميت ويعيدها إلى مستوياتها التاريخية. كما يمكن الاستفادة من فرق ارتفاع بين البحر الميت ومستوى البحر في توليد الكهرباء التي يمكنها تخفيف الضغط على الطاقة المطلوبة من أجل تشغيل مشاريع

تحلية مياه البحر بواسطة التناضح العكسي. وتظهر الحاجة هنا إلى دراسة عوائد كلفة هذه المشاريع وتقييم فوائدها العامة مثل إنتاج المياه العذبة وإعادة تأهيل البيئة واستمرار الإنتاج الكيميائي في البحر الميت وتوليد الطاقة.

ولا يؤدي نقل المياه في المنطقة قيد الدرس إلى زيادة توفرها لأنه يقوم فقط بإعادة توزيع تخصصات المياه بين مواقع الاستخدام، وبعض هذه النقلات قد يكون مجدٍ تقنياً حين تتوفر تسهيلات النقل بينما لا يجدي بعضها الآخر بسبب وجود معوقات جغرافية تحول دون القيام بالنقل. كذلك فإن التأثيرات البيئية لنقل المياه ما تزال غير واضحة ولكن حيثما تنقل المياه من استخدامات استهلاكية إلى استخدامات بيئية يصبح التأثير أكثر إيجابية.

**جدول ٥:١٦**

**الاستمطار والنقل**

| مقاييس اللجنة | الاستمطار | النقل |
| --- | --- | --- |
| تأثيره على وفرة المياه | ٠؟ | ٠ |
| الجدوى التقنية | + | +/- |
| التأثير البيئي | -؟ | +/- |
| الجدوى الاقتصادية | ؟ | +/- |
| التأثير على مسألة المساواة بين الأجيال | ؟ | ؟ |

ملاحظة: + = تأثير إيجابي - = تأثير سلبي ٠ يعني لا تأثير

## استيراد المياه العذبة إلى منطقة قيد الدرس

يمكن اعتبار معظم التوجهات التي اقترحت لاستيراد المياه العذبة من خارج المنطقة، توجهات مكلفة ومعقدة وتتطلب عقد اتفاقيات دولية. وتشمل هذه التوجهات نقل المياه العذبة بواسطة أنابيب تقليدية وقنوات من دول أخرى مثل

تركيا (بسواس وغيره ١٩٩٧) أو نقلها بواسطة أكياس بلاستيكية عائمة تجر بزوارق قطر (تاهال: مهندسون استشاريون ١٩٨٩). ولم تقم اللجنة بتقييم مثل هذه الاقتراحات في هذا التقرير بسبب كونها خارج نطاق بحثها. كذلك هناك دائماً خطر أن تؤثر مثل هذه الخطط لاستيراد المياه من الخارج على تحويل أنظار الأطراف في المنطقة عن تركيز جهودهم لتامين مصادر مياه مستدامة باستخدام مواردهم المحلية.

## استنتاجات

لا تكاد المصادر التقليدية للمياه العذبة والموجودة في المنطقة قيد الدرس تكفي للمحافظة على الظروف المعيشية لسكان المنطقة وعلى اقتصادهم فمثلاً بقي الأردن حالياً يضخ مياهه الجوفية بزيادة ٣٠٠ م م$^{3}$ عن طاقتها مسبباً بذلك انخفاضاً في مستويات المياه وملوحة في الأحواض العذبة. ومثل هذا المثال يتكرر في أجزاء كثيرة من المنطقة قيد الدرس، كحوض الأزرق مثلاً ووادي الحولة لذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار عند وضع السياسات والخطط الاقتصادية الحكومية وجود حقيقة واقعية هي محدودية مصادر المياه. ولا يمكن الوصول إلى توازن مستدام بين العرض والطلب إلا بتغيير أو تعديل نماذج الطلب على المياه من خلال إيجاد موارد جديدة. وقبل كل شيء يجب التخفيف من فقدان المياه وزيادة فعالية استخداماتها. والفقرة التالية تقدم لنا تلخيصاً للفرص التي تطرحها بعض الخيارات المقترحة لزيادة كمية المياه العذبة والحفاظ على نوعيتها وعلى مصادرها في المنطقة قيد الدرس. وكل خيار يستحق الاهتمام الحذر من ناحية تطبيقاته العملية كما يحتاج إلى إجراء المزيد من الأبحاث لتحسين إدائه. وقد وضعت تلك الخيارات ضمن الأوضاع القانونية التي تسمح بتقاسم مصادر المياه.

## ترشيد الاستخدام والمحافظة على المياه

يجب وضع قيود للمحافظة على مصادر المياه وتحديد استخدام المياه المتوفرة في المنطقة قيد الدرس. وسوف تنعكس الإجراءات المقترحة بهذا الصدد على نوعية المياه في المنطقة وتشمل الإجراءات المنزلية الطوعية لترشيد استهلاك المياه ما يلي:

- تقليل استخدام المياه في غسل المراحيض.
- استخدام أجهزة سباكة خاصة لتوفير كميات المياه المستخدمة مثل رشاشات الحمام والمراحيض.
- استخدام أجهزة فعالة في توفير المياه (الغسالات).
- تحديد الاستخدامات الخارجية للمياه مثل ري المسطحات العشبية والحدائق خلال فترة المساء والصباح الباكر وغسل السيارات على العشب بدون استخدام البرابيش.
- تبني ممارسات تخفف من استهلاك المياه في الأعمال التجارية مثل عدم تقديم المياه في المطاعم إلا عند الطلب وتشجيع استخدام البياضات والمناشف عدة مرات قبل غسلها في الفنادق.
- إصلاح تسربات المياه في المنازل.
- إصلاح التسرب في أنابيب المجاري.

أما الأمثلة على إجراءات ترشيد الاستهلاك غير الطوعية فتشمل:

- إصلاح التسرب في أنظمة توزيع المياه.
- إصلاح التسرب في أنابيب المجاري.
- توسيع شبكات المجاري المركزية.
- وضع عدادات على جميع الوصلات المائية.
- ترشيد وتقييد استخدامات المياه.

وبالنتيجة فإن مختلف هذه الإجراءات تؤدي إلى توفير في المياه داخل وخارج المنازل. ولكي يتم تطبيق هذه الإجراءات يتوجب على المؤسسات الحكومية الموجودة في المنطقة قيد الدرس أن تشجّع تبنيها من خلال التثقيف ووضع نظام حوافز وتسعير وفرض ضرائب وسن قوانين تشمل تحديد الأولويات في مختلف الأوقات لدعم التدابير اللازمة آخذين بعين الاعتبار أية أمور غير متوقعة تتعلق بها.

## الزراعة

من خلال ترشيد الاستهلاك ووضع سياسات تسعير اقتصادية يمكن للمياه المستخدمة في الزراعة أن تصبح أكثر فعالية، ولكن مع تزايد الطلب على المياه في المنطقة لأغراض الزراعة وارتفاع كلفة توفير مياه إضافية، يتوجب إعادة تقييم دور الزراعة في اقتصاد المنطقة من اجل توفير ما أمكن من المياه، إذ يمكن أن تتبنى المنطقة ممارسات زراعية تتلائم أكثر مع الحقائق البيئية في الأراضي الجافة وهي أراض سوف تظل على الدوام تلعب دوراً هامشياً في مجال تأمين الغذاء إلا إذا دعمت بالمياه من الخارج.

وسنذكر هنا عدداً من الإجراءات التي تستخدم حالياً إلى حد معين ويتطلب الأمر توسيعها من أجل ترشيد استهلاك المياه في الزراعة:

- حصاد مائي لمياه الفيضانات والأمطار من أجل زيادة موارد المياه في زراعة الأراضي الجافة.
- تخفيف التبخر من خلال زيادة الغطاء النباتي في البيئات المغلقة (البيوت الزجاجية الصحراوية) وتعتبر هذه الطريقة اقتصادية في استخدام المياه والأرض تمنع تملح التربة وتعطي إنتاجاً عالياً من المنتجات القابلة للتصدير بأسعار عالية مثل نباتات الزينة والفواكه والخضار والأعشاب.
- استخدام طريقة التسميد من خلال الري على أن يكون العمل مداراً بواسطة الحاسوب واستخدام بدائل للتربة في البيوت الزجاجية لتوفير استخدام المياه والأسمدة والمساهمة في منع تلوث المياه الجوفية.
- استخدام مياه المسوس لري المحاصيل التي تتحمل الملوحة.
- توفير المزيد من المياه العذبة بالتحول إلى استخدام المياه العادمة المعالجة أو مياه المسوس في الري.
- التحول من زراعة المحاصيل التي تتطلب الكثير من الماء إلى تلك التي تتطلب القليل منه.

## التسعيرات وسياسات التسعير

إن سياسات التسعير التي تتبنى دعم أسعار المياه دون الأخذ بالاعتبارات الاقتصادية لا تتناسب مع المناطق التي تعاني من ندرة المياه. وعلى العكس من ذلك فالتسعير الذي يشجع ترشيد استخدام المياه ويضع الاعتبارات الاقتصادية ضمن سياساته هو الذي يتلائم مع تلك المناطق:

### ■ تسعير الحد الأدنى:

توصي اللجنة باستخدام هذه الطريقة في التسعير في المنطقة قيد الدرس من أجل المحافظة على موارد المياه وطالما بقيت تكاليف الحد الأدنى أعلى من معدل التكاليف، كما يؤمن استخدام هذه الطريقة الوفاء بالمتطلبات المالية للمياه ويعطي المؤشرات الصحيحة للمستهلكين حول السعر الحقيقي لها إضافة إلى بعض الفوائد الثابتة ويخفف من تكاليف تزويد المياه.

### ■ التسعير على أساس وقت الاستعمال:

تعمل هذه الطريقة من خلال تخفيض الاستهلاك في فترات الذروة من أجل تقنين المياه ولكنها تحدد أسعاراً أقل في الأوقات غير فترات ذروة الاستعمال.

### ■ التسعير على أساس التراكم الاستهلاكي:

هذا النوع من التسعير يفرض أسعاراً أعلى كلما ارتفعت كمية الاستهلاك عن حدٍ معين ويمكن تطبيقه لغايات الحد من الاستخدام الزائد.

## أسواق المياه

تطبق في أسواق المياه تسعيرة الحد الأدنى وتساعد هذه الأسواق على تخصيص المياه في مختلف القطاعات بطريقة فعالة ولا تسمح الأسواق بنقل المياه إلا على أسس طوعيه إذ تحدث هذه النقلات عندما يكون الفرق بين الحد الأدنى للسعر الذي يرضى به البائعون والحد الأعلى الذي يرغب به المشترون كافياً لتغطية تكاليف النقل

أو المعالجة. وحتى لو لم تتطور أسواق المياه بعد في المنطقة قيد الدرس إلا أن إقامة أشباه لها يمكن أن يكون فعالاً في تحديد قيمة المياه للاستخدامات البديلة. وقد تساعد هذه الأشباه أيضاً في تحديد الكميات الإضافية من المياه وتسهيلات النقل المبررة اقتصادياً.

## إدارة مساقط المياه

يجب تبني مفهوم إدارة مساقط المياه في المنطقة قيد الدرس وهذا التوجه يُعرف بفن علم إدارة الأرض والنبات ومصادر المياه لحوض تصريفي من أجل المحافظة على نوعية المياه وكمياتها وبهدف وضع توقيت استخدام المياه في خدمة المصلحة العامة للإنسان والبيئة.

### ■ الحواجز الصغيرة وجريان مياه الأمطار:

يمكن للسدود الصغيرة المقامة على الوديان أن تكون فعالة في حجز جريان مياه الأمطار من أجل استخدامها في إعادة تعبئة المياه الجوفية، وتعتبر المياه القادمة من المدن مصدراً لهذه الأحواض الحاجزة التي تساهم في تخزين المياه وتخفيف أثر الفيضانات وتجنب جريان المياه الفائضة القادمة من محطات التنقية.

### ■ الضخ الزائد للمياه الجوفية:

يتسبب الضخ الزائد من حوض متصل بجسم مائي مالح في تفريغ هذا الحوض من المياه العذبة وفي تخريب نوعية مياهه. ويظهر هذا الأمر في الأمثلة الموجودة في المنطقة قيد الدرس مثل الحوض الساحلي الإسرائيلي وساحل قطاع غزة حيث أدى الضخ الجائر إلى تسرب مياه البحر المالحة إلى الحوض.

يجب تركيز الاهتمام على تخفيف معدلات السحب من الأحواض الواقعة في المنطقة قيد الدرس بسبب العواقب البيئية الفورية التي تنتج عن مثل هذا التصرف والتأثيرات السلبية على نوعية المياه، كما يجب إجراء المزيد من الأبحاث على كمية المياه الجوفية المخزّنة والعواقب البيئية التي تنتج عن تفريغ مخزونها وذلك لضمان

استمرار توفر هذه المياه الجوفية للأجيال القادمة. كما يجب إيلاء اهتمام أكبر للاستخدام الإيجابي للفراغات التخزينية التي يخلفها هذا الضخ الزائد لأحواض المياه الجوفية.

### ■ الحصاد المائي:

يمكن لسكان المنطقة الاستمرار في توسيع استخدام خزانات السطوح من أجل تزويد منازلهم بالمياه إضافة إلى توسيع أنظمة التقاط المياه وتخزينها للاستخدامات الزراعية. وحتى مع وجود أنظمة توزيع تقليدية للمياه فإن هذه الخزانات يمكنها تأمين مياه إضافية ورخيصة الثمن وتخفيف الطلب على مياه أنظمة التوزيع.

### ■ تحلية مياه المسوس:

تعتبر هذه الطريقة واعدة في زيادة توفير المياه حيث توجد الإمكانيات لتحلية مياه المسوس، كما أنها طريقة مجدية تقنياً وليس لها أية عواقب بيئية سلبية وتعتمد جدواها الاقتصادية على نوعية المياه المغذّية وعلى التقنية المستخدمة ومقارنتها إيجابياً مع البدائل الأخرى.

### ■ السدود التحت - أرضية:

ضمن ظروف جغرافية مناسبة ومدى قليل يمكن تخفيف صرف المياه الجوفية ورفع منسوبها من خلال إنشاء سدود تحت- أرضية. فحقن الإسمنت أو أية مادة قليلة النفاذية من خلال تجاويف قريبة المسافة يساعد في إيجاد ستاراً يمتد إلى قاع الحوض. ويساعد هذا الأسلوب في منع المياه المالحة الجانبية من التسرب إلى الأحواض الساحلية.

### ■ معالجة المياه العادمة:

مع ارتفاع الطلب على المياه عن الحد الذي تؤمنه الموارد الطبيعية لم يعد من غير المنطقي القول بإعادة تدوير واستخدام شامل للمياه في المنطقة قيد الدرس، ومعالجة

المياه العادمة سوف يؤدي نظرياً إلى توفيرِ ضعف كمية المياه التي يمكن إيجادها من خلال مصادر مياه عذبة جديدة. لذا فإن التوسع في معالجة المياه يؤدي إلى تقليل كميات المياه الضرورية لمواجهة توقعات الاحتياجات الزائدة في المنطقة. ويتطلب إعادة استخدام مياه المدن والبلديات إقامة نظام توزيع ثنائي يفصل بين مياه الشرب والمياه المعالجة. ويمكن أن تشكل التوقعات القائلة بتوسيع المدن في المنطقة قيد الدرس، حافزاً لتخطيط توزيع المياه في المجتمعات الجديدة في المنطقة ضمن سياق النظام الثنائي.

■ **استخدام المياه الحدِّية:**

توجد إمكانية لتوفير بعض المياه العذبة من خلال استبدالها بالمياه الحدِّية في النشاطات التي تستخدم مياه الشرب ولكن يجب اخذ الحذر من وقوع أية انعكاسات على الصحة العامة.

## تقنيات نقطة الدخول ونقطة الخروج

يتوفر عدد من التقنيات التي تتنافس على معالجة المياه عند نقطة دخولها (الحنفية) ونقطة خروجها (المنزل) وتشمل هذه التقنيات الفلاتر الادمصاصية والتناضح العكسي والتبادل الأيوني والتقطير.

من الضروري صيانة هذه الأجهزة من أجل إبقائها صالحة للعمل، وتعتبر المعالجة عند نقطة الدخول صناعة رئيسية في كثير من البلدان وتوفر مياه الشفة للملايين من المستهلكين في المناطق النائية والمزارع والمجتمعات التي تلوثت آبارها، كما أنها صناعة مضمونة ومجدية اقتصادياً في تخفيف المواد العضوية وغير العضوية الملوثة، وتبقى إدارة هذه الأجهزة ومراقبتها هي المفتاح الرئيسي لحماية الصحة العامة.

# الملاحق

## الملحق (أ)

## مقتطفات عن اتفاقية السلام الموقعة بين الدولة الإسرائيلية والحكومة الأردنية في ٢٦/ تشرين أول ١٩٩٤

### البند ٦

### المياه

توجهاً لتحقيق اتفاق شامل ودائم حول جميع المشاكل المائية بينهما:

١- يتفق الطرفان على تبادل الاعتراف بالحقوق المائية المخصصة لكليهما في مياه نهر الأردن ونهر اليرموك والمياه الجوفية لوادي عربة بما يتوافق مع المبادئ والكميات والنوعيات المتفق عليها بينهما والموضّحة في الملحق رقم ٢ الذي اتفق الطرفان على احترامه وعلى الالتزام به.

٢- من خلال إدراكهما لضرورة إيجاد حل عملي وعادل للمشاكل المالية يتفق عليه الطرفان، وعملاً بوجهة النظر القائلة بأن موضوع المياه قد يشكل الأساس لتقدم التعاون بينهما، قرر الطرفان العمل معاً لضمان عدم وقوع أي ضرر للمصادر المائية لكل منهما نتيجة لقيام كل طرف بإدارة وتطوير مصادره المائية.

٣- يدرك الطرفان المعنيان أن مصادر المياه الموجودة لديهما غير كافية لسد حاجاتهما، وأنه يجب زيادة كمية المياه الضرورية للاستخدام من خلال طرق مختلفة بما فيها مشاريع ذات طابع تعاوني إقليمي وعالمي.

٤- على ضوء الفقرة الثالثة من هذا البند، ومع إدراك الطرفين أن التعاون في المواضيع المتعلقة بالمياه سيعود بالنفع عليهما وسيساهم في التخفيف من نقص المياه لديهما، ومعرفتهما أيضاً بأن قضايا المياه وحدودها الشاملة يجب أن يتم التعامل بها بشمولية لما تنطوي عليه من احتمالات تداخلات في حدود نقل

المياه، فقد وافق الطرفان على البحث في سبل تخفيف نقص المياه والتعاون في المجالات التالية:

أ- تطوير المصادر المائية الحالية والجديدة وزيادة توفير المياه بالتعاون ما أمكن على أسس إقليمية والحد من فقدان مصادر المياه في سياق استخداماتها.

ب-الحؤول دون تلوث مصادر المياه.

ت-التعاون المتبادل للتخفيف من نقص المياه.

ث- تبادل المعلومات والأبحاث المشتركة وتطوير المواضيع المتعلقة بالمياه إضافة إلى مراجعة إمكانيات تعزيز مصادر المياه وتطويرها.

التفصيلات المتعلقة بتطبيق التعهدات الواردة في هذا البند لكل من الطرفين موضّحة في الملحق رقم ٢.

## معاهدة السلام الأردنية الإسرائيلية

## ملحق ٤

## البيئة

يدرك الأردن وإسرائيل أهمية الوضع البيئي في المنطقة ومدى حساسيته كما يدرك الاثنان الحاجة إلى حمايته ودرء الأخطار الصحية عن سكان المنطقة والعمل لتحسين ظروف حياتهم والحاجة إلى حماية المصادر الطبيعية والتنوع البيولوجي وضرورة تحقيق التقدم الاقتصادي المبني على مبادئ التطوير المستدام.

وعلى ضوء ما ورد فقد اتفق الطرفان على التعاون في القضايا المتعلقة بحماية الطبيعة والمصلحة المتبادلة وفيما يلي شرح لمجالات التعاون:

١- اتخاذ الخطوات الضرورية سواء فردية أم مشتركة لمنع تدهور البيئة بشكل عام وتجنب الأخطار التي تؤثر على السكان وعلى الموارد الطبيعية وموجوداتها بشكل خاص وفي كلا البلدين.

٢- اتخاذ الخطوات الضرورية من كلا الطرفين للتعاون في المجالات التالية:

أ ـ الإدارة البيئية والتخطيط ويشملان إجراء تقييم للتأثيرات البيئية وتبادل المعلومات حول المشاريع التي يمكن أن تترك أثراً على البيئة في كلا البلدين.

ب ـ فرض تشريعات وقوانين ومقاييس بيئية.

ت ـ إجراء الأبحاث والتطبيقات التقنية.

ث ـ وضع نظام طوارئ للسيطرة على الأضرار ومراقبتها وتبادل الملاحظات حولها والتنبيه المتبادل للسيطرة عليها.

ج ـ وضع نظام سلوكي في دساتير المنطقة.

ح ـ يمكن تحقيق هذا كله من خلال القيام بإجراءات تعاونية وتدابير مشتركة لتأمين تبادل المعلومات والاتصال والتنسيق بخصوص القضايا ذات الاهتمام البيئي المشترك بين الخبراء والإداريين البيئيين لدى الطرفين.

٣- المواضع البيئية التي يجب مخاطبتها:

أ ـ حماية الطبيعة وحماية المصادر الطبيعية والتنوع البيولوجي من خلال التعاون في التخطيط وإدارة المناطق المتجاورة على الحدود المشتركة للبلدين كذلك حماية الأجناس المهددة والطيور المهاجرة.

ب ـ حماية نوعية الهواء من خلال وضع معايير عامة ومقاييس لكل أنواع الإشعاعات والأدخنة والغازات التي تنتج عن النشاطات البشرية.

ت ـ إدارة البيئة البحرية والشواطئ.

ث ـ إدارة النفايات بما فيها النفايات الضارة.

ج ـ مكافحة الحشرات كالذباب والبعوض ومنع الأمراض التي تنقلها الحشرات مثل الملاريا والليشمانيا.

ح ـ السيطرة على التلوث ووضع حد له ولسائر الأخطار التي يسببها الإنسان للبيئة.

خ ـ محاربة التصحر وتبادل الأبحاث والمعلومات حول موضوع التصحر وتطبيق التقنيات المناسبة لمنعه.

د ـ إثارة الإدراك الشعبي والثقافة البيئية وتشجيع تبادل المعلومات ومواد

البحث والبرامج التثقيفية والتدريبات من خلال العمل الشعبي وحملات التوعية.

ذ ـ التخفيف من الضجيج من خلال سن قوانين وتراخيص مبنية على مقاييس متفق عليها.

ر ـ إمكانية التعاون في حالات الكوارث الطبيعية.

٤- مطابقة لما ورد ذكره سابقاً فقد قرر الطرفان التعاون في المشاريع والنشاطات في المناطق التالية:

**خليج العقبة:**

### أ.١: البيئة البحرية وتشمل:

- المصادر الطبيعية.
- حماية الحاجز المرجاني أو المد البحري.
- منع تلوث البحر نتيجة لما يلي:

ـ مصادر بحرية مثل تسرب بقع النفط والنفايات التي تلقى في البحر.

ـ مصادر برية مثل النفايات السائلة والصلبة ونفايات المنازل.

ـ تخفيف التلوث من خلال المراقبة والعمليات الطارئة.

### أ.٢ إدراة المناطق الساحلية وتشمل:

- المحميات الطبيعية والمساحات المحمية.
- الحماية البيئية لمصادر المياه.
- النفايات السائلة.
- النفايات الصلبة.
- السياحة والنشاطات الترفيهية.
- المرافىء.
- النقل.

- الصناعة وتوليد الطاقة.
- نوعية الهواء.
- المواد الضارة.
- تقييمات البيئة.

## غور الأردن (الصدع):

### ب.١ نهر الأردن:

اتفقت إسرائيل والأردن على التعاون عند الحدود المشتركة للبلدين في الأمور التالية:

- إعادة التأهيل البيئي لنهر الأردن.
- حماية بيئة مصادر المياه لضمان نوعية مياه جيدة ضمن مقاييس استخدام معقولة.
- مكافحة التلوث الناتج عن النشاطات الزراعية.
- مكافحة الحشرات.
- المحميات الطبيعية والمساحات المحمية.
- السياحة والآثار التاريخية.

### ب.٢ البحر الميت:

- المحميات الطبيعية والمساحات المحمية.
- مكافحة الحشرات.
- الحماية البيئية لمصادر المياه.
- مكافحة التلوث الناتج عن الصناعة.
- السياحة والآثار التاريخية.

ب.٣ وادي عربة:

- الحماية البيئية لمصادر المياه.
- المحميات الطبيعية والمساحات المحمية.
- مكافحة الحشرات.
- السياحة والآثار التاريخية.
- السيطرة على التلوث الناتج عن النشاطات الزراعية.

## معاهدة السلام الأردنية الإسرائيلية

## ملحق ٢

## قضايا المياه

لاحقاً للبند ٦ من المعاهدة، اتفقت إسرائيل والأردن على البنود التالية المتعلقة بشؤون المياه:

### البند الأول: التخصيص

**١ـ مياه نهر اليرموك:**

أ ـ فترة الصيف من ١٥ أيار وحتى ١٥ تشرين الأول من كل سنة تقوم إسرائيل بضخ ١٢ م م٣ وتأخذ الأردن الباقي.

ب ـ فترة الشتاء من ١٦ تشرين الأول وحتى ١٤ أيار من كل سنة: تقوم إسرائيل بضخ ١٣ م م٣ ويترك الباقي للأردن ضمن الشروط المحددة أسفله:

تمنح الأردن لإسرائيل حق ضخ ٢٠ م م٣ إضافية من نهر اليرموك في الشتاء مقابل أن تسمح إسرائيل للأردن خلال فصل الصيف بنقل الكمية المحددة في الفقرة ٢ (أ) أسفله، من مياه نهر الأردن.

ت ـ من اجل التخفيف من هدر المياه يسمح لإسرائيل والأردن عند النقطة ١٢١ من مجرى النهر/ السد التحويلي في العدسية، باستخدام فائض المياه التي لم تستخدم والتي قد تذهب هدراً.

## ٢ ـ مياه نهر الأردن:

أ ـ فترة الصيف: من ١٥ أيار وحتى ١٥ تشرين الأول من كل عام: في مقابل المياه الإضافية التي تمنحها الأردن لإسرائيل في الشتاء وبالتوافق مع الفقرة ١(ب) المذكورة أعلاه تمنح إسرائيل الأردن في فترة الصيف حق نقل ٢٠ م م$^{٣}$ من مياه نهر الأردن في أعلى المجرى/ البوابات الديجانية على النهر، على أن يقوم الأردن بدفع كلفة تشغيل وصيانة عملية النقل من خلال الأنظمة الموجودة (لا تشمل الكلفة الرأسمالية) كما يتحمل الأردن كامل كلفة أي نظام نقل جديد وسيتم تنظيم عملية النقل ضمن بروتكول مشترك.

ب ـ فترة الشتاء من ١٦ تشرين أول وحتى ١٤ أيار من كل عام: يحق للأردن تخزين معدل أدنى يبلغ ٢٠ م م$^{٣}$ من فيضان نهر الأردن جنوب نقطة التقائه مع نهر اليرموك (كما يظهر في البند ٢ لاحقاً) أما المياه الفائضة عن الحاجة والتي تذهب هدراً فيسمح باستغلالها من قبل الطرفين، بما فيه السماح بالضخ لأغراض التخزين خارج مجرى النهر.

ت ـ إضافة إلى ما ورد ذكره سابقاً يحق لإسرائيل الحفاظ على الاستخدامات الحالية لمياه نهر الأردن ما بين منطقة التقائه بنهر اليرموك ومنطقة التقائه بوادي اليابس، ويحق للأردن الحصول على كمية سنوية موازية لتلك التي حصلت عليها إسرائيل بشرط عدم إلحاق الضرر بنوعية وكمية المياه المستخدمة من قبل إسرائيل. وتقوم اللجنة المائية المشتركة (محددة في البند ٧ أسفله)بمراقبة الاستخدامات الحالية للتوثيق ولمنع حدوث أي ضرر.

ث ـ يحق للأردن الحصول على كمية سنوية من المياه تبلغ ١٠ م م$^{٣}$ من أصل ٢٠ م م$^{٣}$ ناتجة عن تحلية بعض الينابيع المالحة المحولة إلى نهر الأردن وستقوم إسرائيل بدراسة إمكانية تمويل الكلفة التشغيلية وكلفة صيانة عملية تزويد الأردن بهذه المياه المحلاة. وعند دخول الاتفاقية حيز التطبيق تقوم إسرائيل بمنح الأردن ١٠ م م$^{٣}$ من مياه نهر الأردن من نفس الموقع الوارد ذكره في الفقرة ٢ (أ) أعلاه خارج فترة الصيف وخلال الفترة التي تختارها الأردن على أن يخضع هذا الأمر للسعة القصوى لعملية النقل.

**٣ ـ المياه الإضافية:**

سوف تتعاون إسرائيل والأردن على إيجاد مصادر إضافية للمياه المطابقة لمقاييس مياه الشرب تصل إلى ٥٠ م م$^{3}$/ سنوياً لتزويد الأردن بها. وعند هذا الحد تقوم اللجنة المائية المشتركة بتطوير خطة لتزويد الأردن بهذه المياه خلال سنة من دخول الاتفاقية حيز التطبيق وهذه الخطة سوف تطرح على حكومتي البلدين للنقاش وأخذ القرارات حولها.

**٤ ـ التشغيل والصيانة:**

أ ـ إن تشغيل وصيانة الأنظمة الواقعة في داخل الأراضي الإسرائيلية والتي تزود الأردن بالمياه إضافة إلى كلفة الطاقة الكهربائية هي من ضمن مسؤولية إسرائيل. أما تشغيل وصيانة الأنظمة الجديدة التي تخدم الأردن وحده فهي من مسؤولية الأردن وستقوم إسرائيل بالتعاقد مع الشركات والسلطات المنفذة التي يختارها الأردن، ولكن على نفقته.

ب ـ تضمن إسرائيل حرية وصول الأشخاص والمعدات لهذه الأنظمة الجديدة من أجل التشغيل والصيانة وسيتم شرح الموضوع بشكل أوفى في الاتفاقيات التي ستوقع بين إسرائيل والسلطات أو الشركات التي سيختارها الأردن.

## البند الثاني: التخزين

أ ـ سوف تتعاون إسرائيل والأردن على بناء سد تحويلي لتخزين المياه على مجرى نهر اليرموك أسفل النقطة ١٢١/ سد العدسية وسيكون الهدف من هذا السد تحسين فعالية تحويل المياه المخصصة للأردن إلى قناة الملك عبد الله وربما لتحويل مخصصات إسرائيل من مياه النهر. أما الأهداف الأخرى فسوف يتم التفاهم عليها بين الطرفين.

ب ـ سوف تتعاون إسرائيل والأردن على بناء نظام لتخزين المياه على نهر الأردن على طول الحدود المشتركة، وسيكون موقع هذا النظام بين منطقة ملتقى نهر اليرموك والأردن ومنطقة ملتقى نهر الأردن ووادي اليابس من أجل تنفيذ شروط الفقرة ٢ (ب) من البند ١ أعلاه وهذا النظام التخزيني يمكنه حجز مياه

الفيضان كما يمكنه السماح لإسرائيل باستخدام كمية تصل إلى ٣ م م٣ من المياه المخزنة سنوياً.

ت ـ أية مشاريع تخزين أخرى يمكن مناقشتها والاتفاق عليها بتفاهم الطرفين.

## البند الثالث: نوعية المياه وحمايتها

أ ـ تتعهد إسرائيل والأردن ضمن نطاق كل منهما على حماية المياه المشتركة بينهما لنهري الأردن واليرموك ومياه وادي عربة الجوفية من التلوث ومن الضخ غير القانوني لمخصصات أي طرف.

ب ـ ولهذا السبب سوف تقوم إسرائيل والأردن بمراقبة نوعية المياه على الحدود من خلال محطات مراقبة مشتركة تعمل ضمن إرشادات اللجنة المائية المشتركة.

ت ـ سوف يقوم كل من الأردن وإسرائيل بمنع إلقاء أية مياه عادمة بلدية أو صناعية غير معالجة بالمستوى الذي يسمح باستخدامها في الزراعة غير المقيدة، في مجرى نهري اليرموك والأردن وسوف يتم تطبيق هذا المنع خلال ثلاث سنوات من دخول الاتفاقية حيز التنفيذ.

ث ـ يجب أن تكون نوعية المياه التي سيزود بها كل من البلدين البلد الآخر وفي أية موقع مساوية لنوعية المياه التي يستخدمها البلد المزود وفي نفس الموقع.

ج ـ سوف تخضع ينابيع مياه المسوس المحوّلة حالياً إلى نهر الأردن للتحلية خلال أربعة سنوات وسوف يتعاون البلدان لضمان عدم التخلص من المياه المالحة الناتجة عن التحلية في مجرى نهر الأردن أو أي من روافده.

ح ـ على إسرائيل والأردن أن يحميا أنظمة المياه التي يقدمها كل منهما للآخر والواقعة ضمن أراضي كل منهما، من التلوث والضرر والضخ غير القانوني.

## البند الرابع: المياه الجوفية في وادي عربة

أ ـ تطابقاً مع شروط هذه المعاهدة، تقع بعض الآبار التي قامت إسرائيل بحفرها واستخدام مياهها وأنظمتها المشتركة ضمن حدود الجانب الأردني وهذه الآبار

والأنظمة تعتبر ضمن السيادة الأردنية، على أن إسرائيل سوف تحتفظ بحق استخدام هذه الآبار وأنظمتها بالكم والنوع المفصل في فهرس ملحق يتم تحضيره من قبل الطرفين بحد أقصى حتى ٣١ كانون أول ١٩٩٤ ولا يحق لأي بلد أن يأخذ أو يتسبب بأخذ أية إجراءات يمكن أن تؤدي إلى تخفيض إنتاجية ونوعية مياه هذه الآبار وأنظمتها.

ب ـ على مدى الفترة التي تستخدم فيها إسرائيل هذه الآبار وأنظمتها يتم حفر بديل لأي بئر ينضب من بين الآبار وبترخيص من الأردن وفقاً للأنظمة والتشريعات السائدة في ذلك الوقت، لهذا السبب يعامل البئر الناضب كأنه كان محفوراً بترخيص من السلطات الأردنية على أن تقوم إسرائيل بتزويد الأردن بسجل إداء كل بئر وسجل للمعلومات التقنية الملحقة به من أجل التوثيق والحفظ كما يتم ربط كهرباء البئر البديل وأنظمته المائية بإسرائيل.

ت ـ يحق لإسرائيل زيادة السحب من الآبار والأنظمة الأردنية بكمية تبلغ ١٠ م م$^{٣}$ سنوياً فوق الإنتاج المتفق عليه في الفقرة أ أعلاه بشرط أن تقرر اللجنة المائية المشتركة إذا كان هذا الأمر مجدٍ هيدرولوجياً ولا يشكل أي ضرر على الاستخدامات الأردنية. وسوف يتم التقيد بهذه الزيادة خلال خمس سنوات من دخول الاتفاقية حيز التنفيذ.

ث ـ التشغيل والصيانة:

١ ـ يعتبر تشغيل وصيانة الآبار والأنظمة المائية التي تزود إسرائيل بالماء والتي تقع ضمن الحدود الأردنية، إضافة إلى الطاقة الكهربائية اللازمة لها من مسؤولية الأردن على أن تقوم إسرائيل بدفع مصاريف التشغيل والصيانة لمن تختاره هي من الشركات والسلطات المنفذة.

٢ ـ على الأردن أن يضمن سهولة وصول الأشخاص المعنيين والآليات اللازمة لصيانة وتشغيل هذه الآبار بدون أي إعاقة، وهذا الموضوع سوف يتم تفصيله في الاتفاقيات التي ستوقع لاحقاً بين الأردن وبين الشركات التي ستختارها إسرائيل.

## البند الخامس

### الإشعارات والاتفاقيات:

أ ـ لا يمكن إجراء أي تغييرات مصطنعة في مجرى نهري الأردن واليرموك باتفاق متبادل بين الطرفين.

ب ـ يتعهد كل طرف بإشعار الطرف الآخر لفترة ستة أشهر قبل موعد إنشاء أي مشروع يمكن أن يغير من مجرى أي من النهرين المذكورين أعلاه أو يغير من نوعية مياههما وذلك على الحدود المشتركة بينهما.
وسوف يتم بحث هذا الموضوع من قبل اللجنة المائية المشتركة بهدف منع وقوع أي ضرر والتخفيف من أية تأثيرات ضارة يمكن أن تسببها هذه المشاريع.

## البند السادس: التعاون

أ ـ تتعهد إسرائيل والأردن بتبادل المعلومات المتعلقة بمصادر المياه من خلال اللجنة المائية المشتركة.

ب ـ على إسرائيل والأردن ان يتعاونا على تطوير الخطط بهدف زيادة مصادر المياه وتحسين فعالية استخدامها ضمن سياق تعاون ثنائي وإقليمي وعالمي.

## البند السابع: اللجنة المائية المشتركة

بهدف تطبيق هذا الملحق من الاتفاقية، سوف يقوم الطرفان بإنشاء لجنة مائية مشتركة مؤلفة من ثلاثة أعضاء من كل منهما.

ستقوم اللجنة المائية المشتركة وبموافقة حكومتي البلدين بتحديد أعمالها وأوقات اجتماعها والتفاصيل المتعلقة بنطاق عملها كما يحق للجنة دعوة خبراء ومستشارين إذا تطلب الأمر.

يحق للجنة إذا استدعت الضرورة أن تشكل عدداً من اللجان الصغيرة المتخصصة بالقيام بمهمات تقنية معينة. وفي هذا السياق اتفق الطرفان على أن تشمل هذه اللجان لجنة للشمال ولجنة للجنوب من أجل إدارة المصادر المائية المشتركة ميدانياً في هاتين المنطقتين.

# الملحق (ب)

## مقتطفات من الاتفاقية الإسرائيلية الفلسطينية المؤقتة حول الضفة الغربية وقطاع غزة ٢٨ أيلول ١٩٩٥

### البند الرابع

**المياه والمجاري:**

اعتماداً على النية الحسنة تمكن الطرفان من الوصول إلى الاتفاقية التالية في مجال المياه والمجاري.

■ **المبادئ:**

١ ـ تعترف إسرائيل بوجود حقوق فلسطينية للمياه في الضفة الغربية وسيتم مناقشة هذه الحقوق في مفاوضات الوضع النهائي كما سيتم تسويتها في اتفاقية الوضع النهائي المتعلقة بمختلف شؤون مصادر المياه.

٢ ـ يدرك الطرفان ضرورة تطوير مصادر المياه إضافةً لمختلف الاستخدامات.

٣ ـ مع احترام كل طرف لحقوق ومسؤوليات الطرف الآخر في مجال المياه والمجاري كل في منطقته، يوافق الطرفان على التعاون في إدارة مصادر المياه والمجاري وأنظمتها في الضفة الغربية خلال الفترة المؤقتة وذلك بناءً على المبادئ التالية:

أ ـ منع تدهور نوعية المياه في المصادر المائية.

ب ـ استخدام المصادر المائية بطريقة تضمن استدامة استعمالها كمًّا ونوعاً في المستقبل.

ت ـ تعديل استخدام المصادر بناءً على الظروف المناخية والمائية المختلفة.

ث ـ اتخاذ كافة الإجراءات الضرورية لمنع حدوث أي ضرر لمصادر المياه بما فيها تلك المستخدمة من قبل الطرف الآخر.

ج ـ معالجة أو إعادة استخدام أو التخلص من مخلفات المجاري المنزلية والبلدية والصناعية والزراعية.

ح ـ التعاون على تشغيل وصيانة وتطوير أنظمة المياه والمجاري الموجودة حالياً كما هو مبين في هذا البند.

خ ـ على كل طرف أن يتخذ الإجراءات الضرورية لمنع حدوث أي ضرر للأنظمة المائية أو أنظمة المجاري كل في منطقته.

د ـ على كل طرف أن يضمن تطبيق شروط هذا البند على جميع المصادر والأنظمة المائية بما فيها تلك المملوكة أو المدارة شخصياً كل في منطقته.

## ■ نقل السلطة:

٤- يقوم الطرف الإسرائيلي بنقل جميع السلطات والمسؤوليات المتعلقة بمجال المياه والمجاري والمدارة حالياً من قبل الحكم العسكري إلى الفلسطينيين ليتحملوا مسؤوليتها، ويستثنى من هذا الأمر، القضايا التي سوف تناقش لاحقاً في مفاوضات الوضع النهائي بما يطابق شروط هذا البند.

٥- مسألة ملكية البنية التحتية للمياه والمجاري، سيتم تداولها في مفاوضات الوضع النهائي.

## ■ المياه الإضافية:

٦- اتفق الطرفان على أن حاجة الفلسطينيين مستقبلاً للمياه في الضفة الغربية تقدر ما بين ٧٠ ــ ٨٠ م م٣ سنوياً.

٧- ضمن هذا الإطار ومن أجل مواجهة الحاجات الملّحة للفلسطينيين من المياه العذبة اللازمة للاستخدامات المنزلية. يجمع الطرفان على ضرورة توفير ٢٨,٦ م م٣ للفلسطينيين خلال الفترة المؤقتة على النحو التالي:

أ ـ الالتزامات الإسرائيلية وتتضمن:

- توفير ٥,٠ م م٣ سنوياً كمياه إضافية لمنطقة رام الله.

- توفير ٠,٦ م م³ سنوياً لنقطة توزيع متفق عليها في منطقة سلفيت.
- توفير ١ م م³ إضافية لمنطقة نابلس.
- حفر بئر إضافي بسعة ١,٤ م م³ في منطقة جنين.
- توفير ٥ م م³ إضافية لمنطقة غزة.
- تتحمل إسرائيل التكاليف الرأسمالية للنص الثاني والخامس أعلاه.

ب ـ الالتزامات الفلسطينية:

- حفر بئر إضافي في منطقة نابلس بسعة ٢,١ م م³ سنوياً.
- توفير ١٧ م م³ من المياه سنوياً لمناطق الخليل وبيت لحم ورام الله من الحوض الشرقي أو غيره من المصادر المتفق عليها في الضفة الغربية.
- تمديد خط أنابيب لنقل ٥ م م³ من المياه سنوياً من النظام المائي الإسرائيلي العامل حالياً إلى قطاع غزة على أن تؤمن هذه الكمية في المستقبل من محطات التحلية في إسرائيل.
- مد أنبوب من نقطة توزيع سلفيت إلى بلدة سلفيت.
- إيصال مياه البئر الإضافي في منطقة جنين إلى المستهلكين.
- باقي الكمية المقدرة لاحتياجات الفلسطينيين والمذكورة في الفقرة ٦ أعلاه إضافة إلى الكميات المذكورة في هذه الفقرة وهي ٤١,٤ - ٥١,٤ م م³ سنوياًسوف يتم تأمينها من قبل الفلسطينيين من الحوض الشرقي وغيره من المصادر المتفق عليها، وللفلسطينيين الحق في استخدام هذه الكمية لسد احتياجاتهم المنزلية والزراعية.
- الشروط التي وردت في الفقرة ٦ و ٧ أعلاه لن تكون محابية للشروط التي وردت في الفقرة ١ من هذا البند.
- سوف تقوم إسرائيل بمساعدة المجلس لتنفيذ شروط الفقرة٧ أعلاه بما فيها توفير جميع المعلومات المتعلقة بالموضوع وتحديد الأوقات المناسبة لحفر الآبار.

• من أجل جعل تطبيق الفقرة ٧ ممكناً سيقوم الطرفان بمناقشة ووضع البروتوكول المتعلق بالموضوعات المذكورة أعلاه في أسرع وقت ممكن وبما يتفق مع الفقرات ١٨ و ١٩ الواردة أسفله.

■ **اللجنة المائية المشتركة:**

١١- من اجل تطبيق التعهدات الواردة في هذا البند سوف يقوم الطرفان بعد توقيع هذه الاتفاقية بتأليف لجنة مائية مشتركة للفترة المؤقتة.

١٢- إن مهمة اللجنة المائية المشتركة هي التعامل مع جميع قضايا المياه والمجاري في الضفة الغربية بما فيها:

- الإدارة المشتركة لمصادر المياه.
- الإدارة المشتركة لأنظمة المياه والمجاري.
- حماية مصادر المياه وأنظمة المياه والمجاري.
- تبادل المعلومات المتعلقة بقوانين وتشريعات المياه والمجاري.
- الإشراف على سير أعمال لجنة المراقبة والتطبيق.
- حل نزاعات المياه والمجاري.
- التعاون في مجالات المياه والمجاري كما ورد في هذا البند.
- وضع الترتيبات لتزويد المياه من طرف لآخر.
- تبقى أنظمة المراقبة والقياس الحالية تحت التطبيق حتى تقرر اللجنة المائية المشتركة غير ذلك.
- متابعة أية قضايا ذات اهتمام مشترك في مجالات المياه والمجاري.

١٣- تتألف اللجنة المشتركة من عدد متساوٍ من الممثلين من الطرفين.

١٤- جميع قرارات اللجنة المائية المشتركة تتخذ بالإجماع ما فيها الأجندة والإجراءات والقضايا الأخرى.

١٥- جميع تفاصيل المسؤوليات والالتزامات المطلوبة من اللجنة المشتركة من أجل تنفيذ مهماتها، موجودة في الوثيقة رقم ٨.

١٦- يدرك الطرفان ضرورة القيام بإجراءات مشتركة للإشراف على تطبيق الاتفاقيات في مجالات المياه والمجاري في الضفة الغربية.

١٧- لأجل هذا السبب سيقوم الطرفان فور توقيع هذه الاتفاقية بإنشاء فرق تطبيق وإشراف ذات هيكل ودور وطريقة عمل مفصلة في الملحق ٩.

■ **شراء المياه:**

١٨- اتفق الطرفان أنه في حالة شراء مياه من طرف لآخر، يتم دفع كامل التكاليف الحقيقية للبائع بما فيها تكاليف الإنتاج على أرض الموقع وتكاليف النقل من نقطة التوزيع. جميع الشروط موجودة في البروتوكول المشار إليه في الفقرة ١٩ أسفله

١٩- ستقوم اللجنة المائية المشتركة بوضع بروتوكول يتعلق بكل نواحي تزويد المياه من طرف لآخر بما فيها أهلية المصدر ونوعية المياه ومواعيد التوزيع وتسديد الديون.

■ **التعاون المشترك:**

٢٠- يتعاون الطرفان في حقل المياه والمجاري بما فيها:

أ ـ التعاون في إطار اللجنة الفلسطينية الإسرائيلية الدائمة للتعاون الاقتصادي بما يطابق الشروط الموضوعة في المادة ١١ والمادة ٣ في إعلان المبادئ.

ب ـ التعاون في البرامج المتعلقة بالتطوير الإقليمي بما يطابق الشروط الواردة في المادة ١١ والملحق ٤ من إعلان المبادئ.

ت ـ التعاون ضمن إطار اللجنة الإسرائيلية الفلسطينية الأمريكية المشتركة حول إنتاج المياه وتطوير المشاريع المتفق عليها من قبل اللجنة المائية المشتركة.

ث ـ التعاون في تطوير الوسائل الكفيلة بمعالجة الأوضاع الطارئة والصعبة والتي قد تحصل نتيجة لنشاطات طبيعية وبشرية متعلقة بالمياه.

ج ـ التعاون في تبادل المعلومات المتوفرة المتعلقة بالمياه والمجاري بما فيها:

- القياسات والخرائط المتعلقة بمصادر المياه واستخداماتها.
- التقارير والخطط والدراسات والأبحاث والوثائق المتعلقة بمشاريع المياه والمجاري.
- المعلومات المتعلقة بالضخ الحالي وبالاستخدام وتقديرات موجودات الأحواض الشرقية والغربية.

## ■ حماية مصادر المياه وانظمة المياه والمجاري:

٢١-على كل طرف اتخاذ التدابير اللازمة لمنع وقوع أي ضرر أو تلوث أو تدهور لنوعية المياه ومصادرها.

٢٢-على كل طرف اتخاذ التدابير اللازمة لحماية أنظمة المياه والمجاري كل في منطقته.

٢٣-على كل طرف اتخاذ التدابير اللازمة لمنع حصول أي تلوث لأنظمة المياه والمجاري بما فيها أنظمة مياه ومجاري الطرف الآخر.

٢٤-على كل طرف أن يقوم بتعويض الطرف الآخر عن كل استخدام غير قانوني أو تخريب لأنظمة المياه والمجاري التي تخدم الطرف الآخر والواقعة ضمن نطاق مسؤوليته.

٢٥-تبقى الاتفاقيات والترتيبات الحالية المعقودة بين الطرفين حول مصادر المياه وأنظمة المياه والمجاري في قطاع غزة بدون أي تغيير كما هو مفصل في الوثيقة رقم ١١.

# الوثيقة ٨

## اللجنة المائية المشتركة

لاحقاً بالمادة ٤٠ فقرة ١٥ من هذا الملحق، تشمل الالتزامات والمسؤوليات التي تتحملها اللجنة المالية المشتركة ما يلي:

١- تنسيق إدارة مصادر المياه كما هو مفصل لاحقاً والمحافظة على الاستغلال الحالي للأحواض كما ورد في الوثيقة ١٠ والأخذ بعين الاعتبار كميات المياه الإضافية للفلسطينيين كما هو مفصل في المادة ٤٠.

من المتفق عليه أن الوثيقة رقم ١٠ تتضمن معدل الكميات السنوية والذي يشكل الأساس لمنهج التشغيل ولقرارات اللجنة المائية المشتركة.

أ ـ جميع تراخيص حفر الآبار وزيادة الضخ من أي مصدر مائي لدى كلا الطرفين يجب أن تكون مسبوقة بموافقة اللجنة المائية المشتركة.

ب ـ جميع التطويرات المقترحة لمصادر المياه وأنظمتها من كلا الطرفين يجب أن تكون مسبوقة بموافقة اللجنة المائية المشتركة.

ت ـ بدون ذكر الشروط أ و ب المذكورة أعلاه فإن من المتفق عليه بأن جميع المشاريع المقدمة لإنتاج مياه ضافية، والتي ورد تفصيلها في المادة ٤٠ قد تم الاتفاق عليها مبدئياً بين الطرفين وبناء على ذلك تُعرض على اللجنة المائية المشتركة فقط التفاصيل الهيدرولوجية والتقنية والمواصفات لهذه المشاريع من أجل أخذ موافقتها قبل البدء بوضع التصاميم النهائية والتطبيق.

ث ـ عندما تفرض تغييرات الظروف المناخية أو المائية أي تخفيض أو زيادة في المياه في مصدر معين فإن اللجنة المائية المشتركة سوف تقوم بتحديد التغييرات المقترحة للضخ والتزويد وهذه التغييرات يتم تخصيصها بين الطرفين من قبل اللجنة المائية المشتركة وبالتطابق مع الوسائل والإجراءات التي تحددها هذه اللجنة.

ج ـ سوف تقوم اللجنة المائية المشتركة وفي خلال ثلاثة أشهر من توقيع هذه الاتفاقية بتحضير ملحق لها حول الحصص النسبية لكل مصدر مياه بناءً على التراخيص الموجودة كما ستقوم اللجنة المالية المشتركة بتحديث هذا الملحق سنوياً وكما يتطلب الأمر.

٢- تنسيق إدارة أنظمة المياه والمجاري في الضفة الغربية كما يلي:

أ ـ الطرف الفلسطيني وحده هو المسؤول عن تشغيل وصيانة الأنظمة المائية وأنظمة المجاري المقامة حالياً والتي تقدِّم خدماتها إلى المواطنين الفلسطينيين فقط بدون أي تدخل أو عرقلة كما ورد في شروط المادة ٤٠.

ب ـ سوف يستمر تشغيل وصيانة الأنظمة الحالية وأنظمة المجاري التي تخدم المواطنين الإسرائيليين من قبل الطرف الإسرائيلي فقط بدون أي تدخل أو عرقلة كما ورد في شروط المادة ٤٠.

ت ـ سوف يتم تحديد الأنظمة المشار إليها في البنود أ و ب على الخرائط ليتم الموافقة عليها من قبل اللجنة المائية المشتركة خلال ثلاثة أشهر من توقيع هذه الاتفاقية.

ث ـ تتطلب الخطط المقترحة لإنشاء أنظمة مياه ومجاري جديدة أو تعديل الأنظمة الحالية موافقة مسبقة من اللجنة المشتركة.

## الوثيقة ٩

## آلية الإشراف والتطبيق

لاحقاً للمادة ٤٠ من الفقرة ١٧ من هذا الملحق:

١- على الطرفين أن يقوما بعد توقيع هذه الاتفاقية بتشكيل مالا يقل عن خمسة فرق إشراف وتنفيذ للضفة الغربية تحت مراقبة وإشراف اللجنة المائية المشتركة والتي ستبدء بتشغيلها فوراً.

٢- كل فريق إشراف وتنفيذ يتألف من ما لا يقل عن ممثلين اثنين لكل طرف كل في سيارته الخاصة إلا في حال تم الاتفاق على أمر آخر. ويمكن للجنة المائية المشتركة أن توافق على أي تغييرات في عدد الفرق أو هيكلتها.

٣- على كل فريق أن يدفع تكاليفه الخاصة، كما يطلب منه تنفيذ جميع مهماته المفصلة في هذه الوثيقة أما التكاليف المشتركة فسوف يتم تقاسمها بالتساوي بين الطرفين.

٤- سوف تقوم فرق الإشراف والتنفيذ بالعمل في الميدان للمراقبة والإشراف على تنفيذ تطبيق بنود المادة ٤٠ وبنود هذا الملحق كما تقوم بإصلاح الوضع في حال اكتشاف أي خرق فيما يتعلق بالتالي:

- السحب من مصادر المياه بالتطابق مع مقررات اللجنة المائية المشتركة والملحق الذي سوف يتم تحضيره من قبلها بما يوافق الفقرة ١ (هـ) من الوثيقة رقم ٨.
- أي توصيلات غير قانونية لأنظمة تزويد المياه أو أي استخدامات غير قانونية لها.
- حفر الآبار وتطوير مشاريع جديدة لتزويد المياه من كل المصادر.
- منع تلوث مصادر المياه والأنظمة التابعة لها.
- تأمين تنفيذ تعليمات اللجنة المائية المشتركة حول إدارة أنظمة المراقبة والقياس.
- تشغيل وصيانة أنظمة تجميع أو معالجة أو استخدام المياه العادمة المنزلية والصناعية ومياه الصرف الزراعية والحضرية ومياه الجريان الزراعية والحضرية أو التخلص منها.
- أنظمة الطاقة الكهربائية التي تزود الأنظمة المذكورة أعلاه بالطاقة.
- أنظمة السيطرة والإشراف وجمع المعلومات لكل من الأعمال المذكورة أعلاه.
- تحاليل نوعية المياه والجاري التي تجرى في المختبرات المعتمدة للتأكد من أن هذه المختبرات تعمل بموجب الإجراءات والمقاييس التي توافق عليها اللجنة المائية المشتركة وسيتم وضع لائحة بهذه المختبرات المعتمدة من قبل اللجنة المائية المشتركة.

- أي من مهمات أخرى بموجب تعليمات اللجنة المائية المشتركة.

٥- تتم نشاطات فرق الإشراف والتنفيذ على النحو التالي:

- سوف تخول فرق الإشراف والتنفيذ بحق الوصول الحر وغير المقيد إلى جميع تسهيلات المياه والمجاري وأنظمتها بما فيها الأنظمة التي يمتلكها او يشغلها الأفراد بموجب ما هو مطلوب لإتمام المهمة.
- سوف يُعطى جميع أعضاء فرق الإشراف هويات للتعريف بهم مكتوبة باللغات العربية والعبرية والإنكليزية على أن تحتوي على أسمائهم الكاملة وصورهم.
- كل فرقة من هذه الفرق سوف تعمل طبقاً لبرنامج منظم لزيارة المواقع والآبار والينابيع وغيرها من مصادر المياه والأعمال المائية وأنظمة المجاري. وفق ما تضعه اللجنة المشتركة.
- إضافة إلى ذلك يطلب من الطرفين أن تقوم فرق الإشراف والتنفيذ بزيارة موقع مائي معين أو أنظمة معينة بهدف ضمان وعدم وقوع أية مخالفة وعندما يصدر مثل هذا الطلب فإن على الفريق أن يقوم بزيارة الموقع المطلوب في أسرع وقت ممكن وفي مدة أقصاها ٢٤ ساعة.
- عند الوصول إلى موقع مائي أو نظام مجاري فإن على الفريق أن يقوم بجمع المعلومات وتسجيلها بما فيها الصور إذا طُلب منه ذلك والتأكد من وقوع المخالفة وفي مثل هذه الحالة يتوجب على الفريق اتخاذ كل الإجراءات الكفيلة بإصلاح الخلل وإعادة الأمور إلى نصابها وفقاً لشروط هذه الاتفاقية، وإذا لم يتفق الفريق على الإجراءات التي يجب اتخاذها فإن القضية تحوَّل فوراً إلى سكرتيريْ اللجنة المائية المشتركة من أجل أخذ القرار.
- تتلقى الفرق مساعدة من جميع الهيئات المعينة والمحافظات من أجل تسهيل مهماتها، كما هو منصوص في الاتفاقية.
- سوف يقوم الفريق برفع تقارير مشاهداته وعملياته إلى اللجنة المائية المشتركة مستخدماً الصيغ التي وضعتها اللجنة نفسها.

# الوثيقة ١٠

## المعلومات حول الأحواض المائية الصخرية

لاحقاً للمادة ٤٠، فقرة ٢٠، وثيقة ٨ من هذا الملحق

السحوبات الحالية واستخداماتها وتقديرات إمكانيات الأحواض الصخرية الشرقية والشمالية الشرقية والغربية:

### ■ الحوض الصخري الشرقي:

يقع في وادي الأردن :

- يستخدم الإسرائيليون ٤٠ م م$^{٣}$ من الآبار.
- يستخدم الفلسطينيون ٢٤ م م$^{٣}$ من الآبار.
- يستخدم الفلسطينيون ٣٠ م م$^{٣}$ من الينابيع.
- وسوف يتم تطوير ٧٨ م م$^{٣}$ من الكميات الباقية من الحوض الشرقي.
- المجموع = ١٧٢ م م$^{٣}$.

### ■ الحوض الشمالي الشرقي:

- ١٠٣م م$^{٣}$ يستخدمها الإسرائيليون من ينابيع جلباع وبيسان بما فيها الآبار.
- ٢٥م م$^{٣}$ يستخدمها الفلسطينيون حول جنين.
- ١٧ م م$^{٣}$ يستخدمها الفلسطينيون من ينابيع نابلس الشرقية.
- المجموع ١٤٥ م م$^{٣}$.

### ■ الحوض الغربي:

- ٣٤ م م$^{٣}$ يستخدمها الإسرائيليون.
- ٢٠ م م$^{٣}$ يستخدمها الفلسطينيون.

- ٢ م م$^{3}$ يستخدمها الفلسطينيون من الينابيع قرب نابلس.
- المجموع ٣٦٢ م م$^{3}$.
- جميع هذه الأرقام هي معدلات تقديرات سنوية.
- المجموع السنوي لإعادة التعبئة (الشحن)= ٦٧٩ م م$^{3}$.

## الوثيقة ١١

## قطاع غزة

لاحقاً للمادة ٤٠ الفقرة ٢٥.

١- جميع أنظمة المياه ومصادرها في قطاع غزة يجب أن تدار وتُشغّل وتُطور من قبل المجلس (بما فيه حفر الآبار) بطريقة تمنع حدوث أي ضرر لمصادر المياه.

٢- باستثناء الفقرة ١ فإن الأنظمة المائية التي تزود المستوطنات والمنشآت العسكرية بالمياه والأنظمة المائية والمصادر بداخلها سوف تستمر بالعمل تحت إدارة شركة مياه ميكوروت.

٣- جميع عمليات الضخ من مصادر المياه والتي تحدث في المستوطنات والمنشآت العسكرية سوف تكون متطابقة مع الكميات الحالية لمياه الشرب ومياه الري.

٤- بدون أي حدٍّ من صلاحيات السلطات والمسؤولين عن المجلس فإن على المجلس نفسه أن لا يؤثر سلبياً على هذه الكميات.

٥- سوف تقوم إسرائيل بتزويد المجلس بكل المعلومات المتعلقة بأعداد الآبار في المستوطنات وكميات ونوعيات المياه التي تضخ من كل بئر على أسس شهرية.

٦- وبدون أي حدٍ من صلاحيات السلطات والمسؤولين عن المجلس، فإن على المجلس نفسه أن يسمح بتزويد مستوطنات غوش قطيف وكفاردراوم بالمياه من قبل شركة ميكروت، كما تعتبر شركة ميكروت مسؤولة عن إصلاح الأنظمة المائية التي تزود هذه المناطق.

٧- على المجلس أن يدفع إلى ميكروت أثمان المياه التي تقوم إسرائيل بتزويدها بالتكاليف الحقيقية التي تطرأ عن تزويد المجلس بالمياه.

٨- جميع العلاقات بين المجلس وميكروت سوف تتم مناقشتها ضمن اتفاقية تجارية.

٩- على المجلس أن يتخذ كافة الإجراءات لضمان حماية أنظمة المياه في قطاع غزة.

١٠- على الطرفين أن يقوما بتأسيس لجنة فرعية للتعامل مع كل القضايا ذات الاهتمام المشترك بما فيها تبادل المعلومات المتعلقة بإدارة وتشغيل مصادر المياه وأنظمة المجاري ومنع وقوع أي ضرر لها.

على اللجنة الفرعية أن تتفق على الأجندة وعلى إجراءات وسير الاجتماعات كما يمكنها دعوة الخبراء والمستشارين حيث تراه مناسباً.

# الملحق (جـ)

# تأثير استخدامات المياه على التنوع البيولوجي في المنطقة قيد الدرس

## ■ نهر اليركون وباقي الأنهر الساحلية

كان نهر اليركون في السابق من اكبر الأنهر الدائمة الجريان في المنطقة قيد الدرس والتي تصبُّ في البحر الأبيض المتوسط وكان تنوعه البيولوجي غنيًّا جداً بأسماك الزينة والأسماك ذات القيمة التجارية، وعلى الرغم من تلوث النهر بجرثومة الشيستومايا، إلا أنه ظل يستخدم للصيد والترفيه وركوب القوارب من قبل السكان القاطنين من تلك المنطقة التي تعد من أكثر المناطق المدنية كثافة بالسكان في المنطقة قيد الدرس وهي كما تدعى تل أبيب. وقد شجع تراكم النفايات الملوثة القادمة من المناطق الحضرية والصناعية ظهور غطاء نباتي زنبقي عائم على مياه النهر، أدى في النهاية إلى القضاء على الحياه البيولوجية فيه بما فيها جرثومة الشيستومايا. وأخيراً حولت السدود الصغيرة التي أقيمت على مجرى عين عفق، النهر إلى مجرى للمياه

العادمة في أعاليه ومجرى للمد البحري في أسفله وبدلاً من يقدم النهر فرصاً للجمال والترفيه تحولت أنظمته إلى مصدر للروائح الكريهة وتفشي البعوض.

أما نهر تانينيم فيصل مجراه السنوي إلى ٥٠ م م٣ من الماء، وتأتي نصف هذه الكمية من مسقط مائي جبلي ضخم يقع إلى الشرق من النهر ونصفها الآخر من نبع التمساح الذي يقع على سفوح تلال مسقط المياه هذا وقد حافظت المحميات الطبيعية التي أنشئت على المقطع الساحلي من النهر على تنوعه البيولوجي فأصبح مزاراً يجذب ربع مليون زائر سنوياً ومع ذلك فما زالت كميات المياه ونوعيتها في تدهور مستمر فقد أثر الضخ من الحوض الصخري الذي يغذي عين التمساح على تدفق النهر وكما أخذت تصب في مجراه مياه عادمة غير معالجة قادمة من البلدات القريبة إضافة إلى مياه الصرف الزراعية التي تصل محملة بالأسمدة والمبيدات من الحقول المجاورة وبرك الأسماك. كذلك تم تحويل ما يقارب نصف مجرى النهر قبل أن يصل إلى المحمية الطبيعية، لغرض تغذية مزارع الأسماك، وبالنتيجة ازداد تلوث النهر وارتفعت ملوحته وخاصة في فترة أواخر الصيف.

كما شجّع ازدياد تركيز الملوثات وبطء جريان النهر وقلة مياهه على انتشار الطحالب البطية والتي تعتبر مؤشراً على تغير حاد في النظام البيئي واختفت نتيجة لذلك أعداد كبيرة من الأجناس المائية. ومع ذلك بقي نهر تانينيم مع وجود المناطق المحمية على طول مجراه النهر الوحيد الذي يجري طوال السنة في إسرائيل لأن انخفاض ملوحة عين التمساح ١٢٠٠ مغ كلورين/ لتر جعلت مياهه صالحة لتربية الأسماك وليس للزراعة. إلا أن الجدوى الاقتصادية لتحلية المياه القليلة الملوحة والتي تنتج ٢٥ م م٣ من مياه عين التمساح تبدو جذابة لإغلاق الثغرة المتوقعة في نقص المياه الذي تعاني منه مدينة حيفا والتي تصل إلى نفس الكمية تقريباً في عام ٢٠٠٠. وإذا ما حصل واستكمل مشروع حجز مياه عين التمساح وتحليتها لأغراض الشرب فإن التقديرات تشير إلى أن تدفق نهر تانينيم سينخفض من ٥٠ م م٣ سنوياً إلى ١٨م م٣ من المياه الشديدة التلوث كما سيغلق هذا المشروع مخرج النهر إلى البحر المتوسط لدرجة اختفاء التنوع البيولوجي حتى في منطقة المصب (بن دافيد ١٩٨٧) لذا فقد

يصبح نهر تانينبم مثلاً لحالةٍ أدت فيها تقنية التحلية لغايات الشرب إلى تدمير النظام البيئي الوحيد المتبقي للنهر الساحلي الذي مازال يعمل غرب نهر الأردن.

## ■ حوض نهر الأردن:

يتراوح ارتفاع الحوض من ٩٠ م فوق سطح البحر إلى ٤٠٠ م تحته ويشمل ثلاثة منابع تشكل القسم الشمالي من النهر، ويعتبر نهر دان أهم هذه الروافد وهو النهر الوحيد في إسرائيل الذي يملك تدفقاً ثابتاً وحرارة ثابتة وإشباع عال من الأكسجين على مدار السنة كما تعيش حوله أجناس عديدة منها ١٥٦ نوعاً من الأسماك والحيوانات النهرية. وتقطع الروافد الثلاثة منطقة الحولة على شكل قناة تنحدر إلى المجرى الطبيعي لنهر الأردن نحو بحيرة طبريا ثم تتدفق المياه من بحيرة طبريا نحو المجرى السفلي للنهر جنوباً باتجاه البحر الميت الذي يعتبر نهاية الطريق بالنسبة لنهر الأردن. ومن أهم الأنظمة المائية الواقعة على حوض النهر، الأراضي الرطبة في الحولة (وما نتج عن إدارتها: نافذة ٤:٢) وبحيرة طبريا وتعد أكبر خزان مائي سطحي في إسرائيل. وما يزال مشروع الحولة يؤثر حتى اليوم على نوعية مياه بحيرة طبريا كما تؤثر إدارة بحيرة طبريا على النظام البيئي لأسفل نهر الأردن وكلا الاثنين يؤثران على الاقتصاد والبيئة والتنوع البيولوجي لمنطقة البحر الميت. وسوف نتناول جزء من أجزاء حوض نهر الأردن من الشمال إلى الغرب بالتفصيل لاحقاً.

## ■ الأراضي الرطبة في الحولة:

كانت الحولة تشكل في السابق مساحة كبيرة من الأراضي الرطبة الواقعة شمال بحيرة طبريا وقد تقلصت مساحتها اليوم بسبب تصريف مياهها واستبدلت الأراضي الرطبة بالأراضي الزراعية، كما أنشئت محمية طبيعية على جزء من الأراضي الرطبة التي تم تصريف مياهها وظلت مياه الفيضانات تغمر الأراضي الزراعية المنشئة حديثاً لفترة مؤقتة إلى أن تم إغراقها عمداً. وتركت هذه التغييرات أثراً عميقاً على الأنواع والأجناس وعلى تكوين منطقة الحولة برُمتها، وبيَّن ديمنتمان وغيره عام ١٩٩٢ أن ٥٨٥ (أو ٦١٢ بسبب عدم وجود سجلات كافية) جنساً من الحيوانات المائية

باستثناء وحيدات الخلايا والأجناس المتطفلة، كان مسجلاً في منطقة الحولة قبل التصريف، من بينها ١٩ جنساً جاء من خارج المنطقة و ١٢ جنساً استوطن أراضي الحولة الرطبة (٦ نحل و٢ ذبابة تين ودودة مبسطة وذبابة وضفدع وسمكة) وقد تبين بعد إنشاء المحمية الطبيعية أن هناك نقص في ١١٩ جنساً (٢٠%)من الأجناس المحلية بما فيها ١١ جنس من التسعة عشرة جنساً كانت تأتي إلى الحولة من خارج المنطقة و ٧ أجناس من بين الاثني عشرة جنساً التي استوطنت الحولة. كما انقرضت ٧ أجناس بينها ضفدع وسمكة كما لم يتم العثور على ٣٦ جنساً من التي ضاعت في الحولة بعد التصريف في أي مكان آخر في إسرائيل.

ومن بين ٣٦ نوعاً من الطيور التي تستوطن الحولة والتي تتوفر معلومات موثقة جداً عنها، توقف توالد ١٠ أنواع منها بعد التصريف إلا أن ٥ أنواع أخرى لم تكن تتوالد في المنطقة قبل التصريف قامت بأخذ مكانها.

ملخص الموضوع يقول أن تصريف بحيرة الحولة وهي أراضٍ رطبة وقليلة المساحة بالنسبة للقياسات العالمية قد أدى إلى فقدان ١١٩ نوع (إضافة إلى أنواع الطيور التي لم تعد تتوالد) وإلى خسارة ٣٦ نوع على المستوى المحلي و٧ أنواع من الحيوانات على المستوى العالمي. ومن ناحية أخرى سُجّل ظهور ٢١٢ نوع حديث من الحيوانات المائية في الحولة بعد التصريف ربما كان بعضها موجود في السابق ولكنه لم يلق الاهتمام المناسب إلا أن معظم هذه الحيوانات تعتبر حديثة الاستيطان مما يشير إلى تغيير في تنوع الموطن ومداه وفي نوعية المياه وهي تغييرات طرأت بعد التصريف وبعد الجهود الإنشائية اللاحقة.

كانت الحولة في السابق تعيل مجتمعاً فريداً من الأجناس يأتيها من حدود أوروبا شمالاً ومن حوض المتوسط غرباً ومن إيران والعراق شرقاً ومن أفريقيا الاستوائية جنوباً وكانت هذه الأجناس تتجمع كلها في الحولة. وعلى الرغم من وجود معظم هذه الأجناس في أمكنة أخرى إلا أن تخالطها وتفاعلها في الحولة ليس موجوداً في أي مكان آخر في العالم، إذ أن قدرة الأنواع الشمالية والاستوائية على العيش معا في الحولة جاءت نتيجة للتنوع الكبير للمواطن المائية فيها ولتدفق الينابيع ذات الحرارة

الثابتة على طول العام مُوجدةً بذلك في الحولة ملجأ من الحرارة الشديدة والبرد القارس. وقد فقدت معظم هذه الأجناس التابعة لمناطق جغرافية مختلفة جراء التصريف وبذا فقدت الحولة تفاعلاتها النوعية الفريدة والتي ارتبطت بالخدمات البيئية الفريدة التي كانت تقدمها. كذلك سُجلت ظاهرة طبيعية غريبة ومثيرة فقد توقفت وإلى الأبد هجرة ثلاثة أجناس من أسماك الشبوط إلى نبع ديشون في الحولة على الرغم من أن هذه الأجناس لم تنقرض بعد.

وتعتبر إدارة الأراضي الرطبة في الحولة مثلاً واضحاً للتناقضات التي تثيرها عمليات تطوير مصادر المياه بين الزراعة وبين الخدمات البيئية التي يقدمها التنوع البيولوجي إلى المجتمع كما أن التطوير الزراعي في أراضي الحولة المستصلحة يحمل في طياته تناقضاً مع نوعية المياه التي تتدفق إلى بحيرة طبريا. كذلك يوجد تناقض محلي بين العوائد الاقتصادية التي يحققها المزارعون حالياً من زراعة أراضي الحولة وبين العوائد الاقتصادية للخدمات الترفيهية التي تقدمها هذه الأراضي. كما حصل في الأراضي الرطبة المواجهة للحولة على الجهة الأخرى من النهر وهي واحة الأزرق في الأردن والتي اجتذبت انتباهاً عالمياً في الستينات (مادنتفورد ١٩٦٥ ونلسون ١٩٧٣) كموقع نادر للتنوع الصحراوي بقيمته الحضارية والجمالية. إلا أن هذا الأمر شهد تراجعاً كبيراً في الوقت الحالي بسبب استغلال مصادر المياه لسد الحاجات المتنامية لتزايد السكان في الأردن وبالذات في عمان، وحالياً فقدت واحة الأزرق معظم قيمتها الجمالية.

## ■ بحيرة طبريا:

تتأثر هيكلية ووظائف النظام البيئي في بحيرة طبريا كما وصفه جوفن عام ١٩٩٥ بمدى التنوع البيولوجي وبنوعية المياه التي تأتي إلى البحيرة التي تأتي نتيجة لإدارة مسقط المياه ولمستوى المياه فيها.

## ■ تأثير المسقط المائي:

يتراوح تخزين بحيرة طبريا ما بين ٣٩٠٣ م م$^{٣}$ و ٤٣٠١ م م$^{٣}$ من المياه وتعتمد

هذه الكمية على مستوى المياه في سطح البحيرة ويبلغ معدل التدفق السنوي من المياه فيها ٩٤٠ م م$^{3}$ وتبدل البحيرة مياهها مرةً كل ٤:٤ سنوات وهو زمن قصير بالنسبة للبحيرات، كما تبلغ مساحة البحيرة ٢,٧٣٠ كم$^{2}$ ونسبة مساحتها لحجمها ٠,٦٨ وهو رقم عال بالنسبة للبحيرات ويستدل من هذا المؤشر ما يلي:

أولاً: ان المسقط المائي حول البحيرة والذي يتألف من أراض زراعية يفرز كميات كبيرة من الأسمدة والملوثات بالنسبة لحجم البحيرة وثانياً: أن استخدام المياه قبيل وصولها إلى البحيرة واستخدام مياه البحيرة نفسها يؤديان إلى تقليص حجم البحيرة وتقصير زمن تبدل المياه فيها ويعني ذلك زيادة الملوحة وارتفاع كمية المغذيات في البحيرة. أما نهر الأردن الذي يقوم بتصريف الجزء الأكبر من مياه البحيرة فهو يمدها بما يقارب ١,٦١٠ طن من المركبات النيتروجينية و ١٣٠ طن من المركبات الفسفورية سنوياً. ومعظم هذا النيتروجين يتم التخلص منه إلى الهواء أما الفسفور فينتهي إلى قاع البحيرة كعنصر خامل لا تستفيد منه الطحالب.

## ■ تأثير إدارة منسوب المياه في البحيرة:

تعتبر البحيرة خزاناً رئيسياً لتزويد المياه في إسرائيل وتعمل أنظمتها البيئية على تحديد نوعية المياه اللازمة للاستخدامات المنزلية والزراعية، وقد يؤدي وجود كثافة عالية من الطحالب الصغيرة إضافة إلى نسبة عالية من الملوحة إلى تدني قدرة البحيرة على تزويد مياه الشفة ومياه الري كما تتسبب الطحالب في ظهور روائح وأطعمة كريهة إضافة إلى إفراز مركبات ومواد سامة تؤثر على نظافة مياه الشرب. ويتم السيطرة على كثافة الطحالب الصغيرة بواسطة عدة عوامل منها وجود حيوانات قشرية صغيرة كالسرطانات التي ترعى عليها كما تشكل هذه السرطانات بدورها فرائساً للأسماك المفترسة. وتستمد البحيرة ملوحتها من الينابيع المالحة التي تتدفق في قاعها وعلى أطرافها ومن تدفق نهر الأردن، ويؤثر حجم البحيرة المتمثل في منسوب مياهها على صفتين محددتين لنوعية المياه هما الطحالب الصغيرة والملوحة. بالنسبة للملوحة فإن الضغط الهيدروستاتيكي يمكن أن يسيطر على تدفق الينابيع المالحة في قاع البحيرة وتتحدد كميات الطحالب الصغيرة حسب مصادر الأملاح وخاصة

الفوسفات المذاب. وقاع البحيرة غني بمركبات معينة من الفوسفور التي يتأثر تحررها وبالتالي توفرها كغذاء للطحالب بمدى تركيز ثاني أكسيد الكربون في الطبقات السفلى من البحيرة.

قبل تدخل الإنسان كان مستوى المياه يتحدد باختلاف التدفقات على البحيرة (الأمطار، جريان مياه المطر، تدفق الأنهار) واختلاف المخرجات (التبخر و تصريف نهر الأردن) وقد تذبذب مستوى المياه حول الحد ١,٣ متر متأثراً في حده الأعلى يتدفق مياه الأمطار وفي الأسفل بمدى عمق مخرج المياه إلى نهر الأردن.

وقد شملت الإدارة التي أجريت للبحيرة تغيرات في مداخلها ومخارجها كما شملت سحوبات من مصادرها مثل إقامة سدود على الينابيع المتدفقة إلى نهر الأردن وحجز جريان مياه الأمطار في مساقط المياه وقد أثر هذا كله على تدفق المياه إلى البحيرة كما أدى الضخ إلى الناقل القطري الإسرائيلي وحجز المياه عند مخرجها إلى نهر الأردن إلى ترك أثر على المياه الخارجة من البحيرة. وضعت على أثر ذلك تشريعات تحدد حالياً الحدود العليا والدنيا لمنسوب المياه في البحيرة وتمنع حدوث أي ضرر للمنشآت المبنية على شواطئها مثل المضخات والأرصفة والمراكز الترفيهية وشكلت هذه التشريعات دافعاً لتخفيض منسوب المياه ما أمكن بسبب الحاجة إلى إفساح مكان أكبر لتخزين مياه الأمطار في الشتاء حتى ولو كان ذلك على حساب فقدان بعض المياه إلى البحر الميت. وحالياً يتراوح تذبذب المعدل في البحيرة المدارة حول ٤,١ متر وينخفض المعدل الأدنى للمنسوب من ٠,٥ - ١ متر في حالته المدارة عن الحد الأدنى الطبيعي للبحيرة.

تتسبب المستويات المنخفضة المدارة في تدني نوعية المياه، فبالنسبة للملوحة هناك خطر زيادة تدفق المياه المالحة في قاع البحيرة ، وفي وجه هذه الظاهرة يقف الناقل الملحي وهو أنبوب تحويلي تم إنشاؤه لالتقاط المياه المالحة المتدفقة من الينابيع بعيداً عن البحيرة، ويقوم هذا الناقل بنقل المياه المالحة مباشرة إلى مجرى نهر الأردن السفلي متخطياً بذلك البحيرة وحامياً لها من أحد ثلاثة تدفقات تساهم سنوياً في زيادة ملوحتها.

إن المستوى المنخفض لمياه البحيرة يقلل من حجم المياه فيها ويؤثر في نوعية كائناتها من خلال تغير المواد الكيميائية الذائبة. كذلك ترتفع كميات الطحالب الصغيرة رغم أنها في البداية تكون تحت السيطرة بسبب إفتراسها من قبل القشريات. ولكن الأسماك التي تتغذى على القشريات تزداد عدداً وتلتهم المزيد منها مما يخفف من السيطرة على الطحالب الصغيرة. كذلك ترفع كميات الأسمدة القادمة من مساقط المياه نسبة الملوحة في البحيرة وبذلك تزداد أعداد الطحالب الصغيرة كما تؤثر مستويات المياه المنخفضة عل المصبات والسواحل (جازيت وجافني ١٩٩٠) فالكدورة التي ترافق مستويات المياه المنخفضة تؤدي إلى تراكم الترسبات الطينية على الأحجار والمواد الصلبة وبذا تقلص من فوائدها كأماكن للولادة عند الأسماك، كما تتسبب التذبذبات الفجائية في منسوبات المياه بتدني نوعية الأحجار المستخدمة في إلصاق البيوض بسبب نمو طبقة من الطحالب عليها. وبشكل عام فقد زاد انخفاض منسوب مياه البحيرة من نسبة القاع الرملي لسواحلها من ١٠ ـــ٦٠% مقلصاً بذلك كمية الأحجار اللازمة لتكاثر الأسماك كما أن التعرض المطوّل للشمس شجع استيطان نباتات أرضية وزاحفة. وعندما تعود المياه إلى هذه المناطق المكشوفة تضيف هذه النباتات عبئاً جديداً من المواد العضوية على البحيرة بسبب تحللها، كما أن المنسوب المنخفض للمياه يضيف إلى المشاكل الإدارية للمحميات الطبيعية في الأراضي الرطبة على طول السواحل الشرقية والشمالية.

## ■ تأثير زيادة انخفاض منسوب مياه البحيرة:

لم يتسبب ازدياد تذبذب منسوب مياه البحيرة من ١,٢ متر إلى ٤ متر خلال الأعوام ١٩٦٩- ١٩٩٣، بأي تدهور ظاهر في وظائف النظام البيئي وقد فسرت هذه الملاحظة على أنها مؤشر على مرونة هذا النظام وأدت إلى تشجيع تخفيض منسوب البحيرة بنسبة أكبر. إلا أنه منذ عام ١٩٩٤ برزت كتل زرقاء من البكتيريا المثبتة للنيتروجين مما دل على تدهور في نوعية المياه إذ أن هذه البكتيريا معروفة بإفرازها لمواد كيميائية سامة تضر بالحيوان والإنسان على السواء.

ويعتبر هذا التغير مؤشر على أن النظام البيئي في بحيرة طبريا قد بدأ يظهر

احتمالات لتغير وأن أي تخفيض آخر للمنسوب قد يولد مزيداً من عدم الاستقرار في هياكل ووظائف النظام البيئي لبحيرة طبريا.

وإضافة إلى ارتفاع خطر تلوث المياه التي تضخ من البحيرة «لأن أي تخفيض لمنسوب المياه يقرب نقاط الضخ من الأماكن الملوثة على الشواطئ» فقد يؤدي تخفيض مياه البحيرة متر واحد إلى نتائج وخيمة على النظام البيئي (زوهري وهامبرات) نبينها كما يلي:

أولاً: تدهور نوعية المياه بسبب زيادة في المواد العالقة وارتفاع أعداد الطحالب نتيجة للتقلص الزائد في حجم الطبقات السفلى للبحيرة خلال الصيف إذ تعم الأوضاع اللاهوائية بشكل أوسع مؤدية إلى تراكم البكتيريا أو إطلاق الفوسفات من قاع البحيرة مضيفةً ٣٣% زيادة في كمية الفوسفات الذائبة.

ثانياً: تدهور استقرار النظام البيئي بسبب التذبذبات في السلسلة الغذائية والتي تأتي نتيجة للتغيرات في السلسلة الغذائية الساحلية السمكية منها والحيوانية.

## ■ مجرى نهر الأردن السفلي والبحر الميت:

يستطيع الناقل الملحي الذي يقوم بتحويل مياه الينابيع المالحة الواقعة على شواطئ طبريا إلى مجرى نهر الأردن السفلي أن يخفف بشكل ملموس من ملوحة مياه بحيرة طبريا وذلك في مواجهة ازدياد الملوحة المرافق لانخفاض مستوى مياه البحيرة. ولكن هذا الترتيب إضافة إلى انخفاض تدفق المياه في بحيرة طبريا إلى مجرى نهر الأردن السفلي أدى إلى ارتفاع في ملوحة النهر لدرجة فقدان عناصر كثيرة من تنوعه البيولوجي وتغيير هيكلية مجتمعاته الحيوانية والسمكية ووظائف نظامه البيئي، لذلك شكل تدفق مياه بحيرة طبريا إلى مجرى نهر الأردن السفلي ومن ثم إلى البحر الميت خسارة مائية خفف من وطئتها كونها تعالج مستويات المياه المنخفضة لبحيرة طبريا. ولكن هذه الخسارة لم تكن هي الوحيدة بالضرورة فقد يؤدي تخفيف التدفق إلى انخفاض مستوى البحر الميت مما يثير عواقب سلبية للمنشآت الساحلية المقامة على هذا البحر ومنها الصناعية والتعدينية والصحية والترفيهية. كذلك يؤثر انخفاض

منسوب مياه البحر الميت وتراجع سواحله على واحات الماء العذب المنتشرة على أطرافه مثل عين الفشخة وعين طريابا على الساحل الغربي واللتان تشكلان محميات طبيعية تستخدم للترفيه ولحماية التنوع البيولوجي الفريد.

ويعاني هذان الموقعان من مشاكل إدارية بسبب استمرار التغيرات في كميات مياههما. إضافة إلى ذلك لا تستطيع الكثير من النباتات أن تستوطن في تلك الامتدادات الواسعة والمكشوفة من الأراضي الملحية التي تكونت حول سواحل البحر الميت. كذلك هناك خطر من تكرار ظاهرة بحر الأورال حيث أثر تطاير الأملاح مع الهواء فوق سطح البحيرة المكشوف على التنوع البيولوجي لمسافات بعيدة عن الساحل.

## الملحق (د)

## بعض الإرشادات لإعادة تأهيل النهر

عام ١٩٩٦ قام فريد وجوانيكو باقتراح عدة مناهج لإعادة تأهيل الأنهر في إسرائيل. ورغم أن هذا الملحق يركز على أنهر إسرائيل إلا أن المبادئ البيوفيزيائية التي سيطرحها تنطبق على جميع الأنهر في المنطقة قيد الدرس بما فيها نهر الأردن، وأي نهر يجب أن يمتلك كمية من المياه في مجراه تكفي لإعالة تنوعه البيولوجي وتقديم خدماته البيئية بشكل ظاهر وكذلك السماح بالتطور الاقتصادي على مدى مجراه. وبالنسبة لكمية المياه، فعندما يصل جريان النهر إلى أقل من ١٠% من تدفقه الطبيعي فهذا يعني أنه لم يعد نهراً ومع ذلك يمكن تحمل هذه العشرة بالمائة من كميته بشرط أن تكون لمدة قصيرة فقط. لذا ومن اجل الحفاظ على تنوعه الحيواني والسمكي لا يجب أن ينقص معدل جريانه الأساسي عن ٣٠%.

كذلك تعتبر مياه الفيضانات أساسية في مجرى النهر فالفيضانات تزيل الترسبات التي تتراكم خلال الصيف والتي قد تتسبب في عرقلة المجرى فيما لو بقيت مكانها، كما يجب وضع مقاييس معينة لبعض المواد في النهر مثل الكلورين (يستخدم كمطلب صحي ولكنه قد يكون سام للأسماك) والمواد العضوية (قد تتسبب كثرتها بنقص

خطير في الأكسجين) والأمونيوم (قد يولِّد مواد سامة) إضافة إلى مقاييس ومعايير أخرى للرقم الهيدروجيني والملوحة (يجب أن تبقى ضمن حدود درجات المجرى الطبيعي).

يوجد شرط مسبق لمواجهة هذه المعايير وهو أن لا تنخفض سرعة المجرى إلى أقل من ٢,٠ م/ ثانية وأن لا يقل عرض المجرى عن ٥ متر وعمقه عن نصف متر. كما يجب ملاحظة أن التوافق مع الشروط الصحية للإنسان وحدها يمكن أن يؤدي إلى نتائج مدمرة للتنوع البيولوجي النهري. وتبدو الوصفة الصحيحة والبرنامج الزمني لإعادة تأهيل أنهار إسرائيل 'الميتة' كما يلي:

١- يجب إتمام وضع إجراء قانوني لتخصيص مياه النهر كما يجب إعادة التدفق فيه.

٢- يجب رفع نقاط التلوث من حول مجرى النهر وفي نفس الوقت يجب أن تحدد نقاط التلوث خارج مجرى النهر وإحكام السيطرة عليها.

٣- يجب إجراء معالجة لمصادر المجاري من الدرجة الثانية.

٤- يجب تطبيق معالجة من الدرجة الثالثة وإنشاء تسهيلات لتجميع المياه العادمة من اجل السيطرة على مجرى النهر.

## إعادة تأهيل نهر اليركون ونهر اسكندر ونهر سريق

يعبر نهر اليركون الذي يبلغ طوله ٢٨ كم في اكثر المناطق ازدحاماً في إسرائيل. وقد راوح تدفق رافده الرئيسي وهو مجموعة ينابيع عين عفق ما بين ٢٠٠ م م$^{٣}$- ٢٢٠ م م$^{٣}$ سنوياً وذلك قبل تحويله إلى صحراء النقب عام ١٩٥٥.

إثر ذلك اعتبر النهر ميتاً وجرت محاولة لإعادة تأهيله من خلال تخصيص ٦٥ م م$^{٣}$ لمجراه عام ١٩٩٢. وقد ظهرت نتائج هذا التأهيل بعودة الأسماك مرة أخرى إلى مجرى النهر ولكن الحكومة عادت وقلَّصت هذه الكمية استجابة لضغوط المستخدمين مما سبب عودة حالة التدهور إلى النهر. وقد قامت الخطة الرئيسة التي وضعتها سلطة

نهر اليركون لإعادة تأهيل النهر، بتعبيد الطريق من أجل تأهيله تأهيلاً كاملاً واتبعت هذه الخطة الرئيسة إرشادات عامة لإعادة تأهيل النهر في إسرائيل تقوم على مبدء أن ٩ م م$^3$ من الماء العذب في النهر يمكن تخصيصه فقط أما الباقي فيمكن استبداله بالمياه العادمة المعالجة والتي خصص منها حالياً ١٢ م م$^3$ لمجرى النهر.

وهذه الحصة من المياه العذبة والتي ستطلق من سد ينابيع عين عفق إضافة إلى حصة النهر من المياه المعالجة سوف تضمن وجود ١٠% من جريان النهر أي ما يقارب ٢٥٠٠ م$^3$/ساعة وسيتم بيع المياه للمستخدمين على طول مجرى النهر وهؤلاء المستثمرين هم السلطات التي ستقوم بتشغيل أجزاء من ضفاف النهر كاستثمارات ترفيهية.

وأخيراً قبل الوصول إلى الجزء المالح من النهر سوف يتم حجز المياه للاستخدامات التقليدية، وبذلك لن يكون هناك أية خسارة أو فقدان للماء فيما عدا ما يتبخر منه، فمياه النهر الجارية سوف تتسرب إلى الأرض وتقوم بإعادة تعبئة الأحواض الصخرية بينما يباع الباقي مرتين وهذا الترتيب سوف يعوض تماماً من تكاليف حجز المياه في أسفل النهر بدلاً من حجزها في أعلاه قرب المصدر (يغطي تكلفة ضخ المياه إلى المستخدمين من قبل نقطة الحجز). وقد تم رفع مئات الأطنان من النفايات من مجرى النهر لإعادته إلى عمقه الأصلي كما نُظِّفت ضفاف النهر ورُفع مستواها وافتتحت عدة محطات لتنقية المياه ومعالجتها في بعض المدن التي تصب مياهها العادمة في النهر وتمت السيطرة على يرقات البعوض بإدخال سمكة غمبوريا المفترسة وإدخال جرثومة موسمية خاصة تقضي على يرقات البعوض ولا تؤذي باقي أنواع الحياة. وهذه الطريقة الأخيرة تعطي صورة عن إمكانية استخدام التنوع البيولوجي المحلي فهذه الجرثومة التي اكتشفت في إحدى البرك المؤقتة في إسرائيل أصبحت الوسيلة الرئيسية للسيطرة على البعوض المحلي ومصدراً للدخل باعتبارها مادة للتصدير. وإذا ما اتبعنا مثل نهر اليركون، نصل إلى نهر اسكندر الذي يمتد مسافة ٤٤ كم وتعيش فيه سلحفاة النيل الرقيقة القشرة بأعداد كبيرة وقد أعيد تأهيل النهر منذ عام ١٩٩٥ ويتلقى اليوم ٢٢٥,٠٠٠ م$^3$ من المياه/ ساعة من مصادر مختلفة.

أما نهر سريق فقد كان في السابق نهراً ساحلياً دائم الجريان تنضم إليه فيضانات الشتاء القادمة من جبال سريق. ويشكل هذا النهر حالياً مجرى دائماً لما يقارب ١٤ م م$^{٣}$ سنوياً من المياه العادمة القادمة من القدس والتي يتسرب ٢٠% منها قبل الوصول إلى السهل الساحلي، أما الباقي فينتهي في محطات التنقية المقامة على السفوح لكي يستخدم في ري القطن. وقد تم تقديم اقتراح لإيجاد مجرى دائم للنهر على جزئه الساحلي بسعة ١٥ م م$^{٣}$ من المياه المعالجة القادمة من البلديات القريبة.

## ضمان تخصيصات المياه للأنظمة البيئية المائية والبرية

## الوضع القانوني للمياه في إسرائيل وحصة الطبيعة من المياه

جميع المياه في إسرائيل هي ملك للدولة ولكن التشريعات المتعلقة بالتسعير تميز بين مياه الضخ والمياه الطبيعية مثل مياه الأمطار والجريان السطحي والأنهار الطبيعية المكشوفة والبرك وغيرها من المجمعات المائية. كما أن جميع المناطق المحمية في إسرائيل، من المحميات الطبيعية إلى المتنزهات العامة هي ملك للسلطات الحكومية مثل سلطات المحميات الطبيعية وسلطة المتنزهات الوطنية (تم توحيدها حديثاً في سلطة واحدة تابعة لوزارة البيئة) وتدار مصادر المياه في المناطق المحمية كما في الأمكنة الأخرى من قبل لجنة مائية إلا أن كلفة المياه الطبيعية التي تحمَّل على المستخدمين لا يتم تحميلها على سلطات المحميات الطبيعية التي تعتبر أيضاً من المستخدمين ومع ذلك ففي كل حالة خاصة تناقش مسألة إعطاء أذونات خاصة بالمياه من قبل سلطة المحميات الطبيعية واللجنة المائية كما أن باقي المستخدمين التقليديين والذين يحتمل أن يستخدموا هذه المياه ويرغبون في الاستفادة منها يشاركون هم أيضاً في هذه النقاشات قانونياً، وتعتبر جميع الأذونات المعطاة أذونات مؤقتة يمكن تفنيدها في أي وقت من قبل اللجنة بدون وضع شروط لتأمين مصادر بديلة.

## معايير تخصيصات المياه للطبيعة

جرت أبحاث عدة في المنطقة قيد الدرس لتحديد نوعية وكمية المياه التي تتطلبها الأنظمة البيئية الطبيعية من أجل المحافظة على التنوع البيولوجي واستمرار تقديم الخدمات، كما يوجد نقص في المناهج والإرشادات المتبعة في الأراضي الجافة خارج المنطقة. والقاعدة المتبعة لدى سلطة المحميات الطبيعية في إسرائيل هي مناقشة الكمية والنوعية الطبيعية أولاً ثم الوصول إلى أفضل حل وسط في النهاية. وعندما تنتهي من تحديد الحصة تقوم سلطة المحميات الطبيعية بحمايتها بعناد ضد أية محاولات في المستقبل لتحدي هذا التخصيص. ومثل هذه المحاولات قد تتكرر مع ازدياد الطلب على المياه في المنطقة قيد الدرس.

من المحتمل أن تصبح مثل هذه الحصص المتفق عليها غير مقبولة من قبل المستخدمين البديلين وقد تواجه السلطات ضغوطات شديدة للتخفيف من التخصيصات المقدمة للطبيعة. وكما هو الحال بالنسبة للزراعة فإن على الأنظمة البيئية أن تتنافس معها على المياه المعالجة وسوف يحتاج الأمر لوضع أهداف محددة بالنسبة للأنواع التي تعيش في النهر وعلى ضفافه والأنواع التي تعتمد على الماء في حياتها (يتعلق الأمر بالتنوع البيولوجي الذي يجب المحافظة عليه وبأنواع خدمات الأنظمة البيئية المطلوبة) كما يجب أن تجري الدراسات لتحديد الحد الأدنى من تخصصات الكم والنوع من المياه ووضع مؤشرات وعلامات وبرامج مراقبة لكل من هذه المواقع ومتابعة مراجعتها وتحقيق تخصصات المياه لها.

## قضية تخصيصات محمية عين جدي

تتغذى واحة عين جدي من عدة ينابيع تتدفق طوال العام ويمكننا تشبيه التنوع البيولوجي لهذه الواحة بجزيرة استوائية نائية وسط محيط من الصحاري العربية، وتتصف الواحة إضافة إلى وظائف أنظمتها البيئية بشفافية تبعث على الإلهام. والواحة هي عبارة عن محمية طبيعية إلا أن الكيبوتس الذي يجاور الواحة يتزود بالمياه من ينابيع عين جدي لسد حاجاته الزراعية والحضارية.

قانونياً يحق للكيبوتس ان يستخدم مياه النبع كاملةً إلا أنها تستخدم للشرب وللأغراض المنزلية فقط أما الباقي فينساب في مجرى نحو المحمية ثم ينقل بعد ذلك لاستخدامه في منازل الكيبوتس ولأغراض الري ويترك للمحمية ما يتبقى فقط وهو عبارة عن كمية تتذبذب عبر السنين.

حتى الآن لا تزال احتياجات الكيبوتس أقل من تدفق النبع ولهذا السبب ظلت تتلقى الماء إلا أن هناك نقاشات بدأت تدور لتأمين ٢٠ م$^{3}$/ ساعة من المياه للمحمية.

عملياً قسمت كمية مياه عين جدي البالغة ٣٣٩ متر$^{3}$/ ساعة على حصتين. الحصة الأولى ٢٦٤ م$^{3}$/ساعة لجميع المستخدمين والحصة الثانية ٧٥ م$^{3}$/ ساعة لصالح التنوع البيولوجي. وقد تم الآن إدراك حقيقة أننا ولكي نمنع الفناء الكامل للنباتات المحمية يجب تأمين ٨٤ م$^{3}$/ساعة من المياه لها. أما فجوة التسعة أمتار مكعبة في الساعة (٩م$^{3}$/ ساعة) فيمكن ملؤها من خلال زيادة التخصيص إلى المحمية على حساب المستخدمين في أعالي النهر أو بتطوير مصادر مياه جديدة للمحمية مثل حفر أبار في المساقط الغرينية المنتشرة على شواطئ البحر الميت والتي تخزن مياه الفيضانات ومياه الصرف (هند لزمان ١٩٩٠).

## ■ التخصيصات الحالية في إسرائيل:

أحرزت المفاوضات الجارية حول حصص المياه حتى الآن سلسلة من الترتيبات الهامة المتعلقة بتخصيص المياه للطبيعة (تعزيز التنوع البيولوجي وخدمات الأنظمة البيئية) وتقاسم مصادر المياه مع مستخدمين آخرين. وفيما يلي مراجعة لهذه الترتيبات التي تحدد كميات المياه المشمولة.

## ■ الينابيع والأنهر الصغيرة:

تشمل ترتيبات التخصيص للينابيع والأنهر الصغيرة ما يلي:

- يخصص كامل التدفق لأي نهر توجد فيه نبتة مائية نادرة وأخر تعيش فيه سمكة إسرائيلية محلية كما يحجز التدفق في محميتان طبيعيتان بعد مغادرة المياه للمحمية.

- يخصص لخمس محميات طبيعية كمية محددة من التدفق تتراوح من ١٠,٠٠٠م٣ سنوياً لإحداها و ١,٠٥١,٢٠٠ م٣ سنوياً للأخرى.
- وتتلقى ثلاث محميات طبيعية تخصصات مختلفة اعتماداً على اختلافات التدفق ويخصص لواحدة ما لا يقل عن ٦٠ م٣/ ساعة. ولكن عندما يصل التدفق إلى ١٢٠- ٢٠٠ م٣/ الساعة فإن نصف الكمية تطلق في الطبيعة وعندما يصل التدفق إل أكثر من ٢٠٠ م٣/ الساعة يطلق منه ٢٠٠ م٣/ الساعة إلى الطبيعة. وفي محمية أخرى يخصص ١ م٣/الثانية في أية سنة عادية ولكن في سنين الجفاف يتم وضع تخصيص متناسب مع باقي المستخدمين بشرط أن لا تقل حصة الطبيعة عن ٠,٥ م٣/ ثانية. أما في المحمية الثالثة فلا يقل التخصيص عن ٥٢,٥٦٠ م٣/ السنة وتعتمد أي كميات إضافية على باقي المستخدمين.
- في محميات ثلاث أخرى توجد حقوق أولويات وتخصص المياه لسائر المستخدمين بينما تأخذ المحمية ما تبقى.
- في محميتين أخريين تعطى جميع المياه للاستخدامات الأخرى بشرط ان يبقى التدفق نفسه في الصيف الجاف وبشكل متواصل.
- تم وضع ترتيب مختلط لمحمية هارميرون الطبيعية وهي أكبر محمية للحيوانات في مرتفعات البحر المتوسط وقد خُصِّصت جميع الينابيع داخل المحمية للطبيعة ماعدا واحد تم تقسيمه بين الطبيعة والمستخدمين.
- هناك حالة ملفتة للنظر بالنسبة لنبع غوش المجاور لمحمية هارميروفن فهذا النبع كان يلبي تاريخياً حاجات قرية غوش هالاف لأجيال خلت ولكن مع ازدياد الطلب على الماء في البلدة فقد تم وصل النبع مع الشبكة الوطنية وتوقف استخدامه للأغراض المنزلية والزراعية وأصبحت مياهه تلقائياً ملكاً للمحمية وكان أحد المستثمرين حديثاً قد قدَّم طلباً لاستخدام النبع في صناعة مياه معدنية ودخلت سلطة المحميات الطبيعية في المفاوضات التي جرت حول هذا الطلب مؤكدة أن جميع مياه النبع البالغة ٧م٣/ ساعة صيفاً و ١٠م٣/ ساعة شتاءً مطلوبة لخدمة الطبيعة وتم بالتالي تقديم اعتراض على إعطاء أي تصريح للاستخدامات الصناعية.

## ■ الأنهر:

يتم حجز مياه الأنهر في المحميات الجبلية ولكن بعض المياه تطلق لاحقاً في عدة نقاط على مجرى النهر. ففي نهر "سنير" أوجدت نقطتين لإطلاق ١١,٣٨٨ م٣ صيفا و ١٤,٠١٦ م٣ شتاءً في السنة العادية و ٦,١٣٢م٣ صيفاً و ٧,٤٤٦ م٣ شتاءً في السنين الجافة. أما في نهر كزيف فهناك ثلاث نقاط يطلق منها الماء بشكل ثابت. وبغض النظر عن وضع السنة بكمية ٣٢٨,٠٠٠م٣ سنوياً. وعلى الساحل يتمتع نهر تانينيم فقط من بين الأنهار الساحلية بامتياز محمية، أما باقي الأنهر الساحلية في إسرائيل فقد ماتت ولكن مع بقاء بعضها في وضع تأهيل. وقد تم حالياً تخصيص ٣,٥٠٤,٠٠٠م٣/ سنوياً لنهر تانينيم، وينفذ هذا الرقم من خلال تدفق يصل إلى ١١٠ لتر/ ثانية ولكن عندما يصل التدفق العام للنهر إلى أكثر من ٥٣٠ لتر / ثانية يخصص للنهر ١٠ لتر من كل ٣٠ لتر زيادة. إلا أنه عندما يقل التدفق العام للنهر عن ٤٢٠ ل/ ثانية يخفض ١٠ لتر/ ثانية من حصة النهر لكل ٣٠ ل انخفاض في الثانية.

## ■ الأراضي الرطبة:

يتم تغذية محمية الحولة بالماء من نبع وقناة هي عبارة عن بديل جزئي لتدفق نهر الأردن سابقاً. وتقسَّم مياه النبع بين المحمية والزراعة بحيث أنه إذا انخفض التدفق عن ٣٠٠م٣/ ساعة، تخصص كل الكمية للمحمية وإذا انخفض عن ٤٥٠ م٣/ ساعة أو ٦٠٠ م٣/ ساعة أو ٧٥٠ م٣ في الساعة. تصبح حصة الزراعة ١٠٠ م٣/ساعة و ١٢٥م٣/ ساعة و١٥٠ م٣/ ساعة على التوالي. أما عندما يزيد التدفق عن ٧٥٠ م٣/ ساعة فإن حصة الزراعة ترتفع إلى ٢٠٠م٣/ ساعة عملياً. وفي فصل الشتاء تبلغ حصة الزراعة ١٠٠٠م٣/ ساعة وحصة المحمية ٥٠٠ م٣/ ساعة إضافة إلى فائض الزراعة. ويبلغ مجموع ما خُصِّص للمحمية ١,٥٣٢,٠٠٠ م٣/ السنة كما يبلغ تدفق القناة الغربية في المحمية ٤ مليون قدم مكعب في السنة ولكنها في معظمها مياه حدية (مياه معالجة ومياه من المسامك). وفي إحدى الأجزاء الصغيرة من منطقة الحولة ويدعى مرج جونين، تخصص كمية صغيرة من المياه للحفاظ على الرطوبة في المحمية.

## ■ تخصيص المياه غير الطبيعية للطبيعة:

هناك حالتان تم فيها تخصيص مياه غير طبيعية للطبيعة، الحالة الأولى هي تخصيص تدفق فائض عن مجمع تخزين للمياه مجاور للمحمية إلى المحمية والحالة الثانية كانت تخصيص ١٠,٠٠٠ م$^{٣}$ سنوياً للمحمية من بئر مجاور. وتُدفع أثمان هذه المياه من قبل سلطات المحمية الطبيعية ويبدو أن هذه التخصيصات لم تكن تستخدم أبداً.

ويبلغ مجموع الحد الأدنى لتخصيصات المياه المستخدمة في إسرائيل من الينابيع الطبيعية والأنهار الصغيرة في المحميات والتي تعتبر نقطة نزاع مع مستخدمين آخرين ١٨,٢٠٠,٧٦٠ م$^{٣}$ سنوياً ويمكن رفع هذه الكمية إلى ٣٢,٤١٢,٠٠ م$^{٣}$ سنوياً. ويصعب حساب الحد الأقصى للتخصيصات لأنه يتطلب معلومات حول مختلف التدفقات من سنة إلى سنة ومختلف المصادر إضافة إلى الاختلافات في التخصيصات بين باقي المستخدمين.

وتبلغ تخصيصات الينابيع الكبيرة والأنهار والأراضي الرطبة التي تعتبر محميات طبيعية مالا يقل عن ٥,٣٧٨,٥٧٨ م$^{٣}$ سنوياً. ولا يمكن حساب الحد الأقصى للتخصيصات بسهولة لذا فإن مجموع ما خصص للمحميات الطبيعية في إسرائيل يتراوح بين ٢٣,٥٧٩,٣٣٨ م$^{٣}$ و ٥٦,٠١٦,٧٤٢ م$^{٣}$ سنوياً. وتخصص كميات إضافية أحياناً بناءً على اختلاف التدفق والاستخدامات عبر السنين ، ومع ذلك يبدو أن التشريع القانوني لا يضمن التخصيصات دائماً إما بسبب أن التدفقات كانت أقل من المتوقع أو أن بعض المستخدمين الآخرين قد تمكنوا من الحصول على أكثر من الحصص المخصصة لهم. فعلى سبيل المثال بلغت التخصيصات الممنوحة لثلاثة محميات في الحولة وعين عفق ونهر كزيف مجتمعة للأعوام ١٩٩١، ١٩٩٢، ١٩٩٣، ٥,٧٢٤ ، ٥,٦٢٤ ، ٥,٦٢٤ م$^{٣}$/ سنة على التوالي في حين اقتصرت استخدامات المحميات في تلك السنين على ٣,٦٨٢، ٣,١٦٢، ٤,٠٣٧ م$^{٣}$/ سنة على التوالي. كذلك خصصت للمحميات والأنهار مياه من نوعية متدنية (معالجة وغير معالجة) ولكن لا توجد معلومات موثقة حول الكميات. وبمجموعها تبلغ التخصصات الممنوحة قانونياً للتنوع البيولوجي وخدمات الأنظمة البيئية من ٢٤- ٥٦ م م$^{٣}$ سنوياً

وهي تشكل نسبة ٠,٩ إلى ٢% من مجموع مصادر المياه المتجددة غرب وادي الأردن (جدول ٢:٢) ويجب الأخذ بعين الاعتبار هنا أنه على الرغم من تبخر الكثير من المياه فإن جزءاً ملموساً يتبقى ليعيد شحن الأحواض الصخرية وبذا يكون متوفراً للاستخدام لاحقاً وربما في استخدامات بديلة.

## ■ تقدير التأثيرات على البيئة:

يتطلب القانون الإسرائيلي تقديراً للتأثيرات البيئية لمشاريع التطوير الرئيسة ويعود الأمر لوزارة البيئة لتقرر إذا ما كان المشروع رئيسياً أولا. إلا أن الكثير من القائمين على التطوير يقومون بإجراء المسوحات البيئية بمبادرتهم الخاصة لذا فهم لا يستثمرون تلقائياً في المشاريع التي يحتمل رفضها لاحقاً لأسباب بيئية. أما المشاريع المائية الكبرى التي نُفّذت في إسرائيل فلم يتم الكشف عن تأثيراتها البيئية قبل التنفيذ. ولكن هذا الأمر آخذ في التغير فمشاريع الضخ الكبرى مثل الخزانات الاصطناعية على بحيرة طبريا أو مشاريع إدارة جزء من مجرى نهر الأردن وضعت تحت الدراسة التقديرية لتأثيراتها البيئية. كذلك يخضع مشروع حجز مياه الفيضان في النقب حالياً للتقديرات البيئية.

إلا أن جميع هذه التقديرات البيئية تركز على التأثيرات في مجال صحة الإنسان ومجال الترفيه ومدى خطرها على تلوث المياه والهواء والأجناس المهددة ولكن لم يتم التعبير في هذه التقديرات بعد عن إدراك أهمية خدمات الأنظمة البيئية ودور التنوع البيولوجي في تقديم هذه الخدمات بعيداً عن موضوع الأجناس المهددة. ولعل التعهد الرئيسي المطلوب في المستقبل هو تقدير تأثيرات استخدام المياه العادمة المعالجة على الزراعة وعلى التنوع البيولوجي وعلى خدمات الأنظمة البيئية.

بالنسبة لاستخدام المياه العادمة للمحافظة على التنوع البيولوجي، تُظهر توقعات الطلب على المياه واستخدامها أن التخصيصات الحالية للطبيعة إضافة إلى التوصيات الناتجة عن التقديرات البيئية لن تكون موضع احترام في المستقبل. لذا وبما أن المياه العادمة المعالجة سوف تعمل في المستقبل كبديل للمياه العذبة في الزراعة فإن تخصيصات المياه العادمة المعالجة التي تستخدم للحفاظ على الأنظمة البيئية المائية

والأنظمة البرية التي تعتمد على الماء، سوف تصبح أيضاً بديلاً لتخصصات المياه العذبة. والمطلوب الآن إجراء أبحاث لتحديد التأثيرات والتقنيات المناسبة لهذه البدائل المستقبلية.

يمتد التطوير الحضري القائم في إسرائيل حالياً على أهم المناطق الزراعية كالسهل الساحلي، ويدفع هذا التطوير باتجاه نقل الزراعة إلى شمال النقب، وهي المنطقة التي تعتبر حزاماً شبه جاف في إسرائيل وتتصف بالمناخ الانتقالي بين الجو الصحراوي وغير الصحراوي. أما المياه التي تستخدم لإعالة هذا التطور الزراعي فستأتي من المناطق الحضرية والبلدية في السهل الساحلي. ويتم حالياً نقل المياه المعالجة من هنا إلى شمال النقب. ومن المقدر أن يزيد حجم هذه المياه المنقولة، كما أن هذا التطور الزراعي الجديد سوف يحل مكان الأنظمة البيئية الطبيعية ذات التنوع البيولوجي الهام والتي لم يجر عليها أي تقدير بيئي (سافريل ١٩٩٤).

ومع أن من الضروري أن نؤكد على أهمية تقدير تأثيرات مثل هذا التطوير إلا أن الأمر الأساسي أيضاً يبقى اكتشاف طرق التخطيط الإقليمي التي تستطيع أن تخفف من الدمار اللاحق بتلك المواطن التي تأوي أجناس ونوعيات لا تعوض من الكائنات الحية.

# APPENDIX
# E

# Bibliography

Abu Taleb, M. F., J. P. Deason, and E. Salameh. 1991. The Jordan River Basin. Washington, D.C.: The World Bank.
Abu-Hijleb, L. 1993. Investigation of Potential Applications of Rainwater Catchment Systems in the Gaza Strip and an Exploration of Appropriate Sanitation Systems. Report for the International Water Engineering Center, University of Ottawa.
Ahiram, E. and H. Siniora. 1994. The Gaza Strip Water Problem: An Emergency Solution for the Palestinian Population. Pp. 261-271 in Water and Peace in the Middle East. Proceedings of the First Israeli-Palestinian International Academic Conference on Water, J. Isaac and H. Shuval, eds., Zurich, Switzerland, December 10-13, 1992. New York, N.Y.: Elsevier.
Al-Kharabsheh, A., R. Al-Weshah, and M. Shatanawi. 1997. Artificial Groundwater Recharge in the Azraq Basin (Jordan), Dirasat. Agricultural Sciences 24(3)September.
Al-Weshah, R. A. 1992. Jordan's Water Resources: Technical Perspective. Water International 17(3)124-132.
Amiran, D. H. K. 1995. Rainfall and Water Management in Semi-Arid Climates: Israel as an Example. Research Report No. 18. Jerusalem Institute for Israel Studies.
Anderson, E. W. 1990. Water Geopolitics in the Middle East: The Key Countries. Washington, D.C.: Center for Strategic and International Studies.
Arlosoroff, S. 1995. Promoting water resource management in the Middle East. Int'l. Water Irrig. Rev. 15:6-16.
Assaf, D. 1996. From Stones to Structures: A Sustainable Future for Development in the West Bank—Palestine. Dissertation. Seattle: University of Washington.
Assaf, K., N. Al-Khatib, E. Kally, and H. Shuval. 1993. A Proposal for the Development of a Regional Water Master Plan. Israel/Palestine Center for Research and Information, October.
Awerbuch, L. 1988. Desalination Technology: An Overview. Chapter 4. Pp. 53-64 in The Politics of Scarcity: Water in the Middle East, J. R. Starr, and D. C. Stoll, eds. Boulder, CO: Westview.

Baskin, G., ed. 1993. Water: Conflict or cooperation. Israel/Palestine Issues in Conflict Issues for Cooperation. Israel/Palestine Center for Research and Information II(2), March.

Benvenisti, E., and H. Gvirtman. 1993. Harnessing international law to determine Israeli-Palestinian water rights: The mountain aquifer. Natural Resource J. 33(3):543-568.

Belbeisi, M. 1992. Jordan's water resources and the expected domestic demand by the years 2000 and 2010, detailed. In Jordan's Water Resources and Their Future Potential, A. Garber, and E. Salameh, eds. Amman: Freidrich Ebert Stiftung.

Benblidia, M., J. Margar, and D. Vallee (under the direction of B. Glass). Water in the Mediterranean Region: Situations, Perspectives and Strategies for Sustainable Water Resources Management. Blue Plan Regional Activity Centre, Sophia Antipolis, France.

Berkoff, J. 1994. A Strategy for Managing Water in the Middle East and North Africa. Washington, D.C.: The World Bank.

Beschorner, N. 1992. Water and instability in the Middle East. London, U.K.: International Institute for Strategic Studies. Adelphi: Paper 273, Winter.

Bingham, G., A. Wolf, and T. Wohlgenant. 1994. Resolving Water Disputes: Conflict and Cooperation in the United States, the Near East, and Asia. Arlington, VA: ISPAN for USAID.

Biswas, A. K., J. Kolaro, M. Morahami, J. Waterbury, and A. Wolf. 1997. Core and Periphery: A Comprehensive Approach to Middle Eastern Water. Middle East Water Commission. Delhi: Oxford University Press.

Bitton, G., B. L. Damron, G. T. Edds, and J. M. Davidson. Sludge-Health Risks of Land Application. Stoneham, Mass.: Ann Arbor Science/Butterworths.

Bjorklund, G. 1992. Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World. Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden. 33 pp.

Brown Weiss, E. 1989. In Fairness to Future Generations. New York and Tokyo: Transnational and United Nations University (also in French and Japanese).

Brown Weiss, E. 1995. Intergenerational Fairness for Water Resources. Environmental Law and Policy 25:231-236.

Caponera, D. A. 1993. Legal aspects of transboundary river basins in the Middle East: The Al Asi (Orontes), the Jordan and the Nile. Natural Resources J. 33(3):629-664.

Casageldin, I. 1995. Water Resources Management: A New Policy for a Sustainable Future. Water International 20:15-21.

City of Northglenn Colorado's Wastewater Treatment Plant. 1984-1992. Annual Reports (1984-1992) showing Treatment Effectiveness of Three-Cell Aerated/Storage Reservoir. City of Northglenn, Colorado Wastewater Treatment Plant.

Downey, T. J., and B. Mitchell. 1993. Middle East water: Acute or chronic problem? Water International 18:1-4.

Duna, C. 1988. Turkey's Peace Pipeline. Chapter 7, pp. 119-124 in J. R. Starr, and D. C. Stoll, eds. The Politics of Scarcity: Water in the Middle East. Boulder, CO: Westview.

Eckstein, Z., D. Zakai, Y. Nachtom, and G. Fishelson. 1994. The Allocation of Water Sources Between Israel, the West Bank and Gaza: An Economic Viewpoint. Tel Aviv, Israel: Tel Aviv University.

Elmusa, S. 1993. Dividing the common Palestinian-Israeli waters: An international water law approach. Palestinian Studies XXII(3):57-77.

Elmusa, S. 1994. Towards an Equitable Distribution of the Common Palestinian-Israeli Waters. Pp. 451-467 in Proceedings of the First Israeli-Palestinian International Academic Conference on Water, Water and Peace in the Middle East, J. Isaac and H. Shuval, eds., Zurich, Switzerland, December 10-13, 1992. New York, N.Y.: Elsevier.

Environmental Protection Agency. 1983. Process design manual: Land application of municipal sludge. EPA 625/1-83-016. Cincinnati, OH: Center for Environmental Research Information.
Environmental Protection Agency. 1984. Process design manual: Land treatment of municipal wastewater. EPA 625/1-81-013. Cincinnati, OH: Center for Environmental Research Information.
Environmental Protection Agency. 1984. Environmental regulations and technology—Use and disposal of municipal wastewater sludge. EPA 625/1-81-013a. Cincinnati, OH: Environmental Research Information.
Ergin, M., D. Altinbilek, and M. R. Zou'bi, eds. 1994. Water in the Islamic World: An Imminent Crisis. In Proceedings of the Conference on Water in the Islamic World: An Imminent Crisis, Khartoum, Sudan, 5-9 December. Amman, Jordan: The Islamic Academy of Sciences.
Farid, A. M., and H. Sirriyeh. 1985. Israel and Arab Water: An International Symposium, February 25-26, 1984, Amman, Jordan.
Feigin, A., I. Ravina, and J. Shalhevet. 1991. Irrigation with Treated Sewage Effluent—Management for Environmental Protection. Advance Series in Agricultural Sciences 17. Berlin: Springer Verlag. P. 224.
Feitelson, E., and M. Haddad. 1995. Joint Management of Shared Aquifers: Final Report. Cooperative Research Project: Palestine Consultancy Group, East Jerusalem, and Truman Research Institute for Advancement of Peace, Hebrew University of Jerusalem. 32 pp.
Fischer, S., D. Rodrik, and E. Tuma, eds. 1993. The Economics of Middle East Peace: Views from the Region. Cambridge, Mass.: MIT Press.
Fisher, F. M. 1995. The Economics of Water Dispute Resolution, Project Evaluation and Management: An Application to the Middle East. Water Resources Development 11:377-390.
Ghazi, F. 1990. Arabs vs Jews in Galilee: Competition for regional resources. GeoJournal 21(4):325-336.
Gleik, P. H. 1994. Reducing the risks of conflict over fresh water resources in the Middle East. Pp. 41-54 in Proceedings of the First Israeli-Palestinian International Academic Conference on Water, Water and Peace in the Middle East, J. Isaac and H. Shuval, eds., Zurich, Switzerland, December 10-13, 1992. New York, N.Y.: Elsevier.
Gleik, P. H. 1994. Water, war and peace in the Middle East. Environment 36(3):6-42.
Gleik, P. H. 1998. The World's Water, 1998-1999. Covelo: Island Press.
Gray, J. F. 1993. The Importance of Agriculture to Wastewater Reclamation and Reuse Systems, History of the Reclamation and Reuse System of Lubbock, Texas. City of Lubbock, Texas.
Gruen, G. E. 1994. Contribution of Water Imports to Israeli-Palestinian-Jordanian Peace. Pp. 273-288 in Proceedings of the First Israeli-Palestinian International Academic Conference on Water, Water and Peace in the Middle East, J. Isaac and H. Shuval, eds., Zurich, Switzerland, December 10-13, 1992. New York, N.Y.: Elsevier.
Gur, S. 1992. A View From Israel. Pp. 1-13 in Water and the Peace Process: Two Perspectives—Policy Focus. Research Memorandum #20, September 1992. Washington, D.C.: Washington Institute for Near East Policy.
Haddadin, M. 1992. A View From Jordan. Pp. 1, 14-19 in Water and the Peace Process: Two Perspectives—Policy Focus. Research Memorandum #20, September 1992. Washington, D.C.: Washington Institute for Near East Policy.
Haimes, Y. Y. 1992. Sustainable Development: A Holistic Approach to Natural Resources Management. Water International 17:187-192.

Hammond, A., A. Adriaanse, E Rodenburg, D. Bryant, and R. Woodward. 1995. Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development. Washington, D.C.: World Resources Institute.

Harry S. Truman Research Institute for the Advancement of Peace. 1995. Joint Management of Shared Aquifers: The Second Workshop, November 27-December 1, 1994, M. Haddad and E. Feitelson, eds. Jerusalem, Israel: The Hebrew University of Jerusalem.

Hayes, J. B., and A. E. Barrekette. 1948. T.V.A. on the Jordan: Proposals for Irrigation and Hydro-Electric Development in Palestine. A report prepared under the auspices of the Commission on Palestine Surveys. Washington, D.C.: Public Affairs Press.

Hillel, D. 1994. Rivers of Eden. New York, N.Y.: Oxford University.

Hinman, C., and J. Hinman. 1992. The Plight and Promise of Arid Land Agriculture. New York: Columbia University.

Hoffman, D. 1994. Potential Applications for Desalination in the Area. Pp. 315-327 in Proceedings of the First Israeli-Palestinian International Academic Conference on Water, Water and Peace in the Middle East, J. Isaac and H. Shuval, eds., Zurich, Switzerland, December 10-13, 1992. New York, N.Y.: Elsevier.

Hydrological Service of Israel. 1995. Exploitation and State of Groundwater Resources in Israel until Fall 1994. P. 199 (in Hebrew).

International Law Association. 1986. Helsinski Tules on the Uses of the Waters of International Rivers. Adopted by the International Law Association at the 52nd Conference held in Helsinski, 30 August 1986. London, U.K.: International Law Association.

International Water Engineering Center. Enhancement of Middle East Water Supply: A Literature Survey of Technologies and Applications, E. M. Lentz and E. Andras, eds., 2nd ed. Ontario, Canada: University of Ottawa.

International Water Engineering Center. Enhancement of Middle East Water Supply: A Literature Survey of Technologies and Applications. 1993. Report and Appendix A. Ontario, Canada: University of Ottawa.

International Water Resources Association. 1993. Water in the Middle East. Special edition, Water International 18:1.

Irrigation Support Project for Asia and the Near East. 1992. Mid-East Regional Water Schemes. Draft. U.S. Department of State and U.S. Agency for International Development.

Isaac, J., and H. Shuval, eds. 1994. Water and Peace in the Middle East. Proceedings of the First Israeli-Palestinian International Academic Conference on Water, Zurich, Switzerland, December 10-13, 1992. New York, N.Y.: Elsevier.

Jordan Information Bureau. 1991 & 1992. Water the future challenge: Face-to-face with the frightening reality of water shortages. Jordan Issues and Perspectives.

Kahhaleh, S. 1981. The Water Problem in Israel and its Repercussions on the Arab-Israeli conflict. Beirut: Institute for Palestine Studies.

Kally, E. 1993. Water and Peace: Water resources and the Arab-Israeli peace process. Westport, Conn: Praegar.

Kanarek, A., A. Aharoni, M. Michail, I. Kogan, and D. Sherer. 1994. Dan Region Reclamation Project, Groundwater Recharge with Municipal Effluent. Tel Aviv, Israel: Mekorot Water Company Ltd. P. 150 (in Hebrew).

Kay, P. A., and B. Mitchell. 1998. Performance of Israel's Water System under a New Minister Plan: Post-audit and Implications for the Future. Water Resources Development 14:107.

Kliot, N. 1993. Water Resources and Conflict in the Middle East. London and New York: Routledge.

Loehr, R. C., W. J. Jewell, J. D. Novak, W. W. Clarkson, and G. S. Friedman. 1979. Land Application of Wastes. Vol. I and II. New York, N.Y: Van Nostrand Reinhold.

Loehr, R. C., and M. R. Overcash. Land treatment of wastes: Concepts and general design. J. Environ. Engr. Div. ASCE III:141-160.

Lonegran, S. C., and D. B. Brooks. 1994. Watershed: The role of fresh water in the Israeli-Palestinian conflict. Ontario, Canada: International Development Research Center.

Lowi, M. R. 1993. Bridging the divide: Transboundary resource disputes and the case of West Bank water. International Security 18(1):113-138.

Lowi, M. R. 1993. Water and Power: The politics of a scarce resource in the Jordan River basin. Cambridge: Cambridge University.

Mendelsohn, E. 1989. A Compassionate Peace: A Future for Israel, Palestine, and the Middle East. New York, N.Y.: Farrar, Straus, & Giroux.

Mediterranean Commission for Sustainable Development. 1997. Main Facts and Figures on Water Demands in the Mediterranean Region in Workshop on Water Demands Management, 12-13 September 1997. Mediterranean Action Plan.

Mekorot Water Co. Ltd. 1991. Dan Region Sewage Treatment and Reclamation Project. P. 20.

MEWIN. 1996. Directory: Individuals and Organizations Specializing in Middle East Water Resources. Philadelphia, Penn.: Osage Press.

Moldan, B., S. Billharz, and R. Matravers, eds. 1997. Sustainability Indicators: A Report on the Project on Indicators of Sustainable Development. Scope 58. Chichester: J. Wiley & Sons.

Morris, M. E. 1993. Dividing the waters: Reaching equitable water solutions in the Middle East. Santa Monica, Calif.: Rand Library Collection.

Morrison, J. I., S. L. Postel, and P. H. Gleich. 1996. The Sustainable Use of Water in the Lower Colorado River Basin: A joint report of Pacific Institute and the Global Water Project. Nairobi: UNEP.

Murakami, M., and A. T. Wolf. 1995. Techno-political water and energy development alternatives in the Dead Sea and Agaba regions. Water Res. Dev. 11(2):163-183.

Murakami. M. 1995. Managing Water for Peace in the Middle East: Alternative Strategies. The New York and Tokyo, Japan: U.N. University Press.

Musallam, R. 1990. Water: Source of conflict in the Middle East in the 1990s. London: Gulf Centre for Strategic Studies.

Mustafa, I. 1994. The Arab-Israeli conflict Over Water Resources. Pp. 123-133 in Proceedings of the First Israeli-Palestinian International Academic Conference on Water, Water and Peace in the Middle East, J. Isaac and H. Shuval, eds., Zurich, Switzerland, December 10-13, 1992. New York, N.Y.: Elsevier.

Naff, T. 1997. A Selected Bibliography of Sources on the International Law of Fresh Water Resources. Middle East Water Information Network (MEWIN), University of Pennsylvania, Philadelphia.

Naff, T. 1997. Information systems, water, and conflict: Exploring the linkages in the Middle East. Water International 32.

Naff, T. 1987. The potential and limits of technology, Part I. Associates for Middle East Research, Water Project.

Naff, T., and R. C. Matson, eds. 1984. Water in the Middle East: Conflict or Cooperation? Published in cooperation with Middle East Research Institute, University of Pennsylvania. Boulder, Colo.: Westview.

Nasr, R., and R. A. Al-Weshah. 1993. Optimizing the Irrigation Water Use for Vegetable Production in the Jordan Valley: A Case Study. Pp. 173-180 in Proceedings of the International Symposium on Water Resources in the Middle East. IWRI publications. University of Illinois at Urbana-Champaign, October 25-28.

National Research Council. 1977. Drinking Water and Health. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1980. Drinking Water and Health, Volume 2. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1980. Drinking Water and Health, Volume 3. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1982. Drinking Water and Health, Volume 4. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1982. Quality Criteria for Water Reuse. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1983. Drinking Water and Health, Volume 5. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1986. Drinking Water and Health, Volume 6. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1986. Ecological Knowledge and Environmental Problem Solving: Concepts and Case Studies. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1987. Drinking Water and Health, Disinfectants and Disinfectant By-Products, Volume 7. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1987. Drinking Water and Health, Pharmacokinetics in Risk Assessment, Volume 8. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1987. The Mono Basic Ecosystem: Effects of Changing Lake Level. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1988. Hazardous Waste Site Management: Water Quality Issues. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1989. Irrigation-Induced Water Quality Problems. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1990. Ground Water and Soil Contamination Remediation. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1992. Restoration of Aquatic Ecosystems. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1992. Water Transfers in the West. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1993. In-Situ Bioremediation. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1993. Ground Water Vulnerability Assessment. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1994. Ground Water Recharge Using Waters of Impaired Quality. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1994. Alternatives for Ground Water Cleanup. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1995. Mexico City's Water Supply: Improving the Outlook for Sustainability. Washington, D.C.: National Academy Press.
National Research Council. 1995. Wetlands: Characteristics and Boundaries. Washington, D.C.: National Academy Press.
Nativ, R. 1988. Problems of an Over-Developed Water System: The Israeli Case. Water Quality Bulletin 13:13-26.
Okun, D. 1994. The Role of Reclamation and Reuse in Addressing Community Water Needs in Israel and the West Bank. Pp. 329-338 in Proceedings of the First Israeli-Palestinian International Academic Conference on Water, Water and Peace in the Middle East, J. Isaac and H. Shuval, eds., Zurich, Switzerland, December 10-13, 1992. New York: Elsevier.

Overcash, M. D., and D. Pal. 1979. Design of Land Treatment Systems for Industrial; Wastes—Theory and Practice. Stoneham, Mass.: Ann Arbor Science/Butterworths.
Page, A. L., T. L. Gleason, J. E. Smith, J. K. Iskander, and L. E. Sommers. 1983. Utilization of Municipal Wastewater and Sludge on Land. Riverside: University of California.
Pescod, M. B. 1992. Wastewater treatment and use in Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 47. Rome: FAO. P. 125.
Pettygrove, G. S., and T. Asano, eds. 1985. Irrigation with Reclaimed Municipal Wastewater—A Guidance Manual. Chelsea. MI: Lewis Publishers.
Rabr, A., F. Daibes, and A. Aliewi. 1994. Availability and Reliability of Secondary Source Hydrogeological Data for the West Bank with Additional Reference Material for Gaza Strip, Jerusalem. Water Resources Management: West Bank and Gaza Strip.
Ragheb, M., K. Toukan, and R. A. Al-Weshah. 1993. Desalination Using Advanced-Design Nuclear Power Plants. Pp. 173-180 in Proceedings of the International Symposium on Water Resources in the Middle East. IWRA publications. University of Illinois at Urbana-Champaign, October 25-28.
Sbeih, M. Y. 1994. Reuse of Waste Water for Irrigation in the West Bank: Some Aspects. Pp. 339-350 in Proceedings of the First Israeli-Palestinian International Academic Conference on Water, Water and Peace in the Middle East, J. Isaac and H. Shuval, eds., Zurich, Switzerland, December 10-13, 1992. New York, N.Y.: Elsevier.
Scharlat, R. R. 1994. Arab-Israeli water resources: Tapping cooperation, diluting conflict. Master's thesis, Sever Institute of Technology, Washington University, St. Louis, MO.
Sheaffer, J. R. The Modular Reclamation and Reuse Technology: An Approach to Sustainability. Sheaffer International, Ltd., Integrated Water Resources Management, Naperville, Illinois.
Sheaffer, J. R. Wastewater Reclamation and Reuse Systems: A Forgotten Planning Tool. Presented at the Uniersity of Illinois, Champaign.
Sheaffer, J. R. 1984. Going back to Nature's Way: Circular vs. Linear Water Systems. Environment October 15:42-44.
Sheaffer, J. R. 1979. Land Application of Waste - Important Alternative. Ground Water 17(1))January-February:62-68.
Shechter, M., ed. 1994. Sharing Water Resources in the Middle East, Economic Perspective. Resource and Energy Economics 16(4)265-389.
Schiffler, M. et al. 1994. Water Demand Management in an Arid Country: The Case of Jordan With Special References to Industry. Berlin: German Development Institute.
Schmida, L. C. 1983. Keys to control: Israel's pursuit of Arab water resources. Washington, D.C.: American Educational Trust.
Shahin, M. 1989. Review and Assessment of Water Resources in the Arab Region. Water International 14(4):206-219.
Shalhevet, J., A. Mantell, H. Bielorai, and D. Shimshi. 1981. Irrigation of Field and Orchard Crops under Semi-Arid Conditions. International Irrigation Information Center Publ. No. 1. Bet Dagan, Israel. Pp. 132.
Soffer, A. 1994. The Relevance of Johnston Plan to the Reality of 1993 and Beyond. Pp. 107-121 in J. Isaac and H. Shuval, eds. Water and Peace in the Middle East. Proceedings of the First Israeli-Palestinian International Academic Conference on Water, Zurich, Switzerland, December 10-13, 1992. New York: Elsevier.
Starr, J. R. 1991. Water wars. Foreign Policy 82(Spring):17-36.
Starr, J. R., and D. C. Stoll, eds. 1988. The Politics of Scarcity: Water in the Middle East. Boulder, CO: Westview.
Stout, G. E., and R. A. Al-Weshah, eds. 1993. Proceedings of the International Symposium on Water Resources in the Middle East. IWRA publications. University of Illinois at Urbana-Champaign, October 25-28, 285 pp.

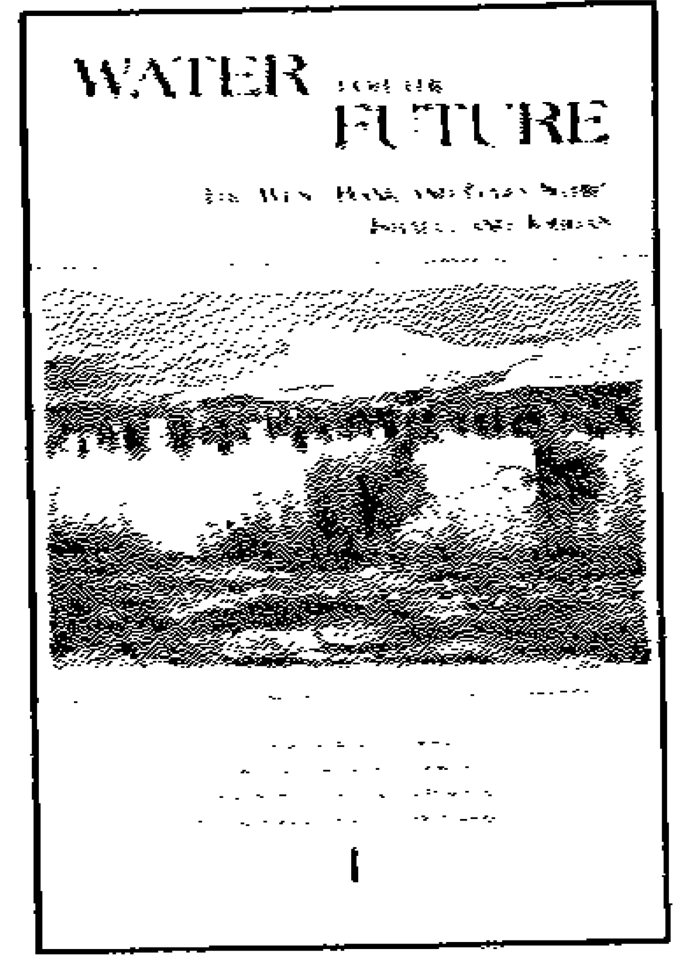
Tahal Consulting Eng. Ltd. 1993. Israel Water Study for the World Bank. A draft report.
The Wrap Task Force. 1994. A Rapid Interdisciplinary Sector Review and Issues Papers. Task Force of the Water Resources Action Program.
United Nations Commission on Sustainable Development. 1997. Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World. Report of the Secretary General. New York. 52 pp.
United Nations Environment Program and Twenty Cooperating Research Centres. 1997. Global Environment Outlook. New York: Oxford University, Paris. 264 pp.
United Nations Food and Agriculture Organization. 1997. Proceedings of the Expert Consultation on National Water Policy Region in the Near East, Beirut, Lebanon, 9-10 December 1996. Cairo: FAO Regional Office.
Van Tuijl, W. 1993. Improving water use in agriculture: Experiences in the Middle East and North Africa. World Bank Technical Paper Number 201, July.
Vengosh, A., and E. Rosenthal. 1993. Saline ground water and its influence on water quality in Israel. Hydrological Service of Israel, Jerusalem. Rep. 1993/6. P. 30 (in Hebrew).
Vesilind, P. J. 1993. The Middle East's WATER critical resource. National Geographic 183(5):38-70.
Wachtel, B. 1994. The Peace Canal Project: A Multiple Conflict Resolution Perspective for the Middle East. Pp. 363-374 in Proceedings of the First Israeli-Palestinian International Academic Conference on Water, Water and Peace in the Middle East, J. Isaac and H. Shuval, eds., Zurich, Switzerland, December 10-13, 1992. New York, N.Y.: Elsevier.
Waterbury, J. 1992. Three Rivers in Search of a Regime: The Jordan, the Euphrates, and the Nile. Proceedings. Paper presented at the 17th Annual Symposium of the Center for Contemporary Arab Studies. Washington, D.C.: Georgetown University.
Water Science and Technology Board. 1992. Irrigation: A Blessing or a Curse? Transcript of Abel Wolman Lecture by Jan van Schilfgaarde. Washington, D.C.: National Research Council.
Water Science and Technology Board. 1993. Transnational Water Resources Management: Learning from the Mexico Example. Transcript from 1993 Wolman Lecture by Helen Ingram. Washington, D.C.: National Research Council.
Wolf, A. T. 1992. The impact of scarce water resources on the Arab-Israeli conflict: An interdisciplinary study of water conflict analysis and proposals for conflict resolution. Ph.D. Dissertation, Dept. of Land Resources, University of Wisconsin-Madison.
Wolf, A. T. 1992. Impact of Scarce Water Resources on the Arab-Israeli Conflict. Natural Resources J. 32(4).
Wolf, A. T. 1992. Hydropolitics Along the Jordan River. New York, N.Y.: United Nations University Press.
Wolf, A. T. 1993. Water for peace in the Jordan river watershed. Natural Resources J. 33(3):797-839.
Wolf, A. T. 1995. Hydropolitics Along the Jordan River—Scarce Water and Its Impacts on the Arab-Israeli Conflict. New York and Tokyo, Japan: U.N. University Press.
Wolf, A. T. 1995. International Water Dispute Resolution: The Middle East multilateral working group on water resources. Water International 20:141-150.
Wolf, A. T., and J. Ross. 1992. The impact of scarce water resources on the Arab-Israeli conflict. Natural Resources J. 32(Fall):919-958.
Wolf, A. T., and M. Murkami. 1995. Techno-political decision making for water resources development: The Jordan river watershed. Water Res. Dev. 11(2):147-162.

Wolf, A. T., and S. Lonegran. 1995. Pp. 179-187 in Resolving Conflicts Over Water Disputes in the Jordan River Basin, A. Dinar and E.T. Loehman, eds. Westport, Conn.: Praeger Publishers.

World Bank, Water Resource Management Unit. 1993. A Strategy for Managing Water in the Middle East and North Africa. BCA/MENA Technical Department, The World Bank, September 20.

Zahlan, A., ed. 1985. The Agricultural Sector of Jordan: Policy & systems studies. London, U.K.: Ithaca Press.

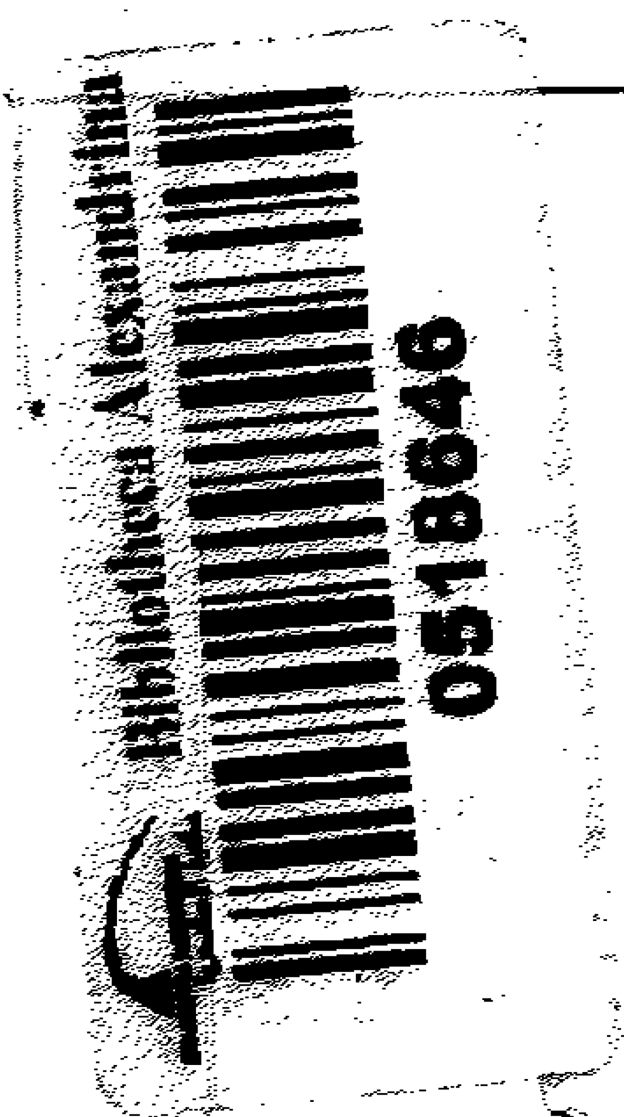
Zarour, H., and J. Isaac. 1993. Nature's Apportionment and the Open Market: A promising solution to the Arab-Israeli Water Conflict. Water International 18:40-53.




# المياه للمستقبل

## الضفة الغربية ، قطاع غزة ، إسرائيل والأردن






الأهلية
للنشر والتوزيع

المملكة الأردنية الهاشمية - عمان / وسط البلد
خلف مطعم القدس / ص.ب ٧٧٧٢ - هاتف ٤٦٣٨٦٨٨
فاكس ٤٦٥٧٤٤٥ ● منشوراتنا في العام ٢٠٠٣م
● الغلاف : زهير أبو شايب . سمعه سيبو